

УДК 303.732.4

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ  
ОТКРЫТЫХ СИСТЕМ

Лаптев В.Н.– канд. техн. наук, доцент

Кубанский государственный аграрный университет

В современном обществе информация становится главным неисчерпаемым источником развития цивилизации. Под информацией мы понимаем данные, наделенные конкретным смыслом (содержанием). Поясним это положение. Все, что нас окружает каждый день, относится к физическим телам и полям (объектам-системам). Так как абсолютного покоя не существует, то все физические объекты-системы и их компоненты находятся в состоянии непрерывного движения и изменения, сопровождаемые обменом энергии, ее переходом из одной формы в другую. Любой энергообмен вызывает появление сигналов (тоже материально-энергетических субстанций).

При взаимодействии сигнала с объектом-системой в последнем происходит изменение его свойств (внутренних состояний). Регистрируемые объектом-системой изменения собственных состояний можно рассматривать как регистрацию сигнала, отражающего процесс восприятия изменений при его взаимодействии с внешней средой. Взаимодействие предполагает единство и взаимосвязь внешнего (вне системы) и внутреннего (внутри системы) материальных миров. В этом случае ведущим ("заказывающим музыку" или формулирующим требования к тому, что "надо, " и что от взаимодействия ожидается) является природа – внешний мир, а в роли ведомого ("исполняющего требуемую музыку", приспособливающегося своим "могу" до требуемого "надо" путем изменения своих внутренних состояний) выступает развивающийся объект-система.

Разрешать противоречие надо/могу в свою пользу объект-система может только через придание процессу взаимодействия с внешней средой направленного (целевого) характера. При таком условии процесс дискретного восприятия можно фиксировать и измерять различными способами, то есть регистрировать сигналы.

Зарегистрированные (отраженные) объектом-системой сигналы – это данные  $X = \{x_1, x_2, \dots, x_m\}$  ( $m$  – их общее количество), характеризующие конкретную ситуацию взаимодействия объекта-системы с внешней средой. Данные не несут в себе информации, если они не связаны с целевой реакцией ("откликом") объекта-системы на текущую ситуацию, порожденную развитием материального мира, т.е. взаимодействием его различных систем, отличающихся качеством, объемом, динамикой развития и т.д.

Глубинная суть "отклика" заключается в направленности действий объекта-системы на сохранение своей целостности, а точнее на выживание в любой типовой (знакомой) или неординарной (впервые встречающейся) ситуации. Для этого объект-система должен не только непрерывно отслеживать изменения текущей ситуации, но и достоверно, с расчетом на опережение, отражать (т.е. предсказывать) дальнейший ход и результат процесса взаимодействия системы с внешней средой, обусловливаемые конкретным изменением текущей ситуации.

Выживание объекта-системы обеспечивается при этом путем:

а) непрерывного распознавания текущей ситуации и немедленного угадывания им результатов развития процесса его дальнейшего взаимодействия с внешней средой;

б) организации им правильной (приспособительной) реакции на прогнозируемое развитие процесса взаимодействия объекта и среды.

Сохранение целостности объекта свидетельствует об его адаптации к предсказанному им изменению материального мира. В противном случае его ждет гибель (разрушение). Выживание требует от объекта умения соотносить многократно регистрируемые сигналы, т.е. данные  $x_i$  ( $i=1,m$ ) с некоторой статистикой их появления, с будущим своим состоянием  $F_j$  ( $j=1,n$ ). Воздействие среды вызывает отклонение данных  $x_i$  от нормы – некоторого усредненного их значения. Действия объекта, направленные на сохранение значений  $x_i$  (нормы, целостности), являются положительными сторонами процесса его развития, а отклонения, которые ему следует выбирать (уменьшать, исключать), – отрицательными.

Состояния  $F_j$  отражают особенности конкретных приспособительных реакций объекта на разные отклонения исходных данных  $x_i$  от нормы  $\underline{x}_i$ . Таким образом, отражая текущую ситуацию, объект фиксирует как воздействие среды  $x_i$ , так и механизмы своего возврата  $F_j$  в устойчивое состояние  $\underline{x}_i$  (целостность). Поэтому связи между данными  $x_i$  и состояниями  $F_j$  имеют конкретный смысл  $I_{ij}$ , то есть информацию, в которой заключен механизм целевого взаимодействия объекта со средой, способствующий выживанию объекта.

В матрице (или тезаурусе) информации (табл. 1) классы  $F_j$  – это конечное множество устойчивых типовых состояний объекта, зафиксированное в его памяти, в т.ч. и генетической, а  $X = \{x_1, x_2, \dots, x_m\}$  – это множество характеристик-регистров, фиксирующих текущую ситуацию (типовую или неординарную) взаимодействия объекта и среды.

Следовательно, исходные данные  $x_i$  превращаются в информацию  $I_{ij}$  только в случае их смысловой (содержательной) интерпретации с позиции эволюционного выживания объекта и накопления им полезной для него информации. Качественно различные состояния  $F_j$  при установленном смысле  $I_{ij}$  предполагают интерпретацию данных  $x_i$  с позиций их адекватности этим состояниям.

Матрица информации (см. табл. 1) и отражает эти прямые (от  $x_i$  к  $F_j$ ) и обратные (от  $F_j$  к  $x_i$ ) связи. Она наглядно показывает то, что необходимое конкретное состояние объекта  $F_j(I_{ij}, \dots, I_{mj})$  обеспечивается не только конечным числом информации  $I_{sj}$  (количеством элементов в столбце  $F_j / s \neq i /$ ), но и их связями, определяющими целевую направленность, качество (интегральную характеристику) системы  $F_j$ , состоящей из этих  $s$  элементов. Другими словами, устойчивые состояния  $F_j$  обладают разным качеством в зависимости от числа входящих в нее  $s$  элементов и существующих связей. Необходимое качество или "эффект системы" конкретному состоянию  $F_j$  придает структура (элементы и их связи), состоящая из конечного числа  $s$  элементов  $I_{sj}$ .

Таблица 1 – Фиксируемые в матрице информации взаимосвязи исходных данных  $x_i$ , информации  $I_{ij}$  и реакции объекта  $F_j$  ( $I_{ij}, \dots, I_{mj}$ )

Данные	Реакции (отклики состояния) объекта $F_j$ на системы (взаимосвязи) исходных данных $x_i$					
	$F_1(I_{i1}, \dots, I_{m1})$	$F_2(I_{i2}, \dots, I_{m2})$	---	$F_j(I_{ij}, \dots, I_{mj})$	---	$F_n(I_{in}, \dots, I_{mn})$
$x_1$	$I_{11}$	$I_{12}$	---	$I_{1j}$	---	$I_{1n}$
$x_2$	$I_{21}$	$I_{22}$	---	$I_{2j}$	---	$I_{2n}$
---	---	---	---	---	---	---
$x_i$	$I_{i1}$	$I_{i2}$	---	$I_{ij}$	---	$I_{in}$
---	---	---	---	---	---	---
$x_m$	$I_{m1}$	$I_{m2}$	---	$I_{mj}$	---	$I_{mn}$

Отражение в матрице информации процесса перехода объекта из одного устойчивого состояния в другое (при  $s \leq m$ ) осуществляется благодаря:

1) смысловой (целевой) интерпретации наличных исходных данных  $x_s$  и  $I_{ij}$ ;

2) выбору подходящей структуры из  $I_{ij}$  для обеспечения необходимого качества  $F_j$ .

При необычных отклонениях  $x_i$  от нормы  $\underline{x}_i$  объект ищет новое устойчивое состояние  $F_r$  с помощью матрицы информации  $I=[I_{ij}]$ , расширяя:

а) множество  $F_r$  (классы состояний) вводом нового состояния ( $r=m+1$ ) и/или

б) множество исходных данных  $x_s$  ( $s=n+1$ ).

В первом случае новое состояние объекта  $F_{n+1}$  находим с помощью конструирования (синтеза) новой структуры из элементов  $I_{sn+1}$  (при  $s \leq m$ ), а во втором – благодаря синтезу усовершенствованной системы  $F_{ij}$  ( $j \leq m$ ) – благодаря синтезу "новой" структуры  $F_{ij}$  из  $I_{ij}$  (при  $i=m+1$ ).

Заметим, что синтез новых структур (т.е. новых устойчивых состояний объекта) осуществляется в рамках "запретов" на некоторые недопустимые правила конструирования. Перечень запретов складывается в ходе эволюции объекта. Синтез "новых" структур  $F_{n+1}(I_{in+1}, \dots, I_{mn+1})$  и  $F_j(I_{ij}, \dots, I_{mj})$  (в прямом и переносном смысле) осуществляется не прямым перебором (весьма трудоемким при больших  $i$  и  $j$ ) различных комбинаций связей с элементами  $I_{ij}$  систем  $F_j(I_{ij}, \dots, I_{mj})$ , а выбором этих структур по некоторым правилам. Эти правила становятся формальными в случае жесткого разграничения классов  $F_j$  (в них структуры зафиксированы жестко) и размытыми (вероятностными) при пересечении классов  $F_j$ .

Стабильный переход (на основе матрицы информации) объекта из исходного в устойчивое состояние  $F_j$  – это позитивный конечный результат его адаптации к типовым ситуациям, вызванным многократным повторением циклов воздействия среды на объект. Они отражают процесс длительного чередования воздействий среды и трансформируются в объекте сначала во внутренний континуум объекта – систему его элементов, а затем в информационные модели (ИМ) взаимодействия этого континуума со средой, представленные в матрице информации  $I=[I_{ij}]$ .

Повторяемость событий в прошлом и будущем фиксируется в матрице информации, а затем способствует выработке у объекта умения конструировать конкретные типовые семантические модели его деятельности  $F_j(I_{ij}, \dots, I_{mj})$  по выживанию. На основе запоминания нормативных исходных данных  $x_i$  и  $F_j$  (целевых функций) им придается конкретная смысловая "окраска" (присваиваются имена). "Окраска" (имена)  $x_i$  и  $F_j$  позволяет объекту через информацию  $I_{ij}$  (универсальный ключ) быстро и точно устанавливать желаемое конкретное устойчивое состояние (функцию  $F_j$ ) и на этой основе незамедлительно реализовывать свое адекватное действие на текущую ситуацию. За счет учета отклонений  $x_i$  от нормы  $x_i$  и  $F_j$  от целевой функции  $F_j$ , а также использования имен (смысла) для  $x_i$  и  $F_j$  в матрице информации отражаются количественные (числовые) и качественные (функциональные) характеристики задействованных исходных данных  $x_i$  и реакции объекта  $F_j(I_{ij}, \dots, I_{mj})$ .

Можно утверждать, что переход объекта в устойчивое состояние, имеющее место в прошлом или будущем (качественно "новое"  $F_{n+1}$  или "старое", известное, типовое  $F_j$  / $j \leq n$ /), на базе матрицы информации (своеобразного тезауруса), созданной природой, представляет собой опережающее отражение действительности. Оно предполагает прогнозирование путей ее возможного развития из текущей ситуации и адекватных откликов на них.

Конкретный отклик объекта на текущую ситуацию – это реализация им типового или неординарного действия в ответ на внешнее воздействие среды путем выбора пути перевода своего текущего состояния в требуемое (для выживания в недалеком будущем). Этот переход достигается через управление, базирующееся на информации и обратных связях. Однако без отклонения и придания данным  $x_i$  и состояниям  $F_j$  определенного содержания (смысла) нет информации, а следовательно – нет процесса управления и развития объекта. Управление обеспечивает точечную (селективную) направленность выбора  $F_j(I_{ij}, \dots, I_{mj})$  и достижение в ее рамках требуемого "эффекта системы" – необходимого значения целевой функции  $F_j$ . Оно (через прямые и обратные связи) позволяет объекту не только уравнивать (нейтрализовать) внешнее типовое (неординарное) воздействие, но и комфортно существовать в предсказанной им ситуации в будущем.

Для запуска механизма управления объект должен уметь (рис.1):

быстро разделять ситуации на типовые (знакомые и разрешаемые им, т.е. задачи) и неординарные (проблемные, не имеющие пока решения, т.е. проблемы);

правильно распознавать (идентифицировать) задачи, т.е. относить их к нужным классам  $F_j(I_{ij}, \dots, I_{mj})$ ;

устанавливать (лучше формально) взаимно однозначное соответствие (функциональную зависимость) между значениями исходных данных  $x_j$  и адекватной реакцией  $F_{ij}$  на них;

реализовывать свою деятельность строго в рамках выбранной модели  $F_{ij}$ .

Под задачей мы понимаем порожденный текущей ситуацией вопрос, решение которого в рамках множеств  $x_j$  и  $F_j(I_{ij}, \dots, I_{mj})$  объекту известно, а под проблемой – вопрос, решение которого в тех же рамках ему пока не известно. В ходе решения задачи объект может не выходить за пределы множеств  $x_j$  и  $F_j(I_{ij}, \dots, I_{mj})$ .

Решение проблемы направлено на определение качественно нового устойчивого состояния объекта. Первичная информация  $I_{ji}$  (как некоторая интегральная, смысловая характеристика системы из  $x_j$ ), является аргументом функции  $F_j(I_{ij}, \dots, I_{mj})$ . Совокупность  $I_{jk}$  отражает взаимодействие объекта со средой с позиций опережающего отражения действительности, когда значениям исходных данных  $x_j$  (характеристикам процесса взаимодействия объект ↔ среда) соответствует конкретное устойчивое состояние объекта из множества  $F_j$ .

Безукоризненная (лучше всего автоматическая) реализация конкретной ИМ  $F_j$  обеспечивает успешное функционирование объекта при решении задачи. При этом объект функционирует (действует в рамках матрицы  $I=[I_{ij}]$ ), а при решении проблемы – развивается (расширяет матрицу  $I=[I_{ij}]$  по  $x_j$  и/или  $F_j(I_{ij}, \dots, I_{mj})$ ).

Понимание информации как данных со смыслом четко разграничивает семантическую и классическую теории информации. Собственно информация появляется только с момента учета отклонений  $x_j$  и  $F_j$  от нормы и присвоения зафиксированным сигналам  $x_j$  ( $i=1,m$ ) и порожденным ими функциям  $F_j(I_{1j}, \dots, I_{mj})$  некоторых имен (абстракций), имеющих конкретное содержание. Содержательные абстракции – объект семантической теории информации. Предметом этой теории являются закономерности возникновения, накопления, преобразования и представления информации (смысловых абстракций-понятий) как неисчерпаемого ресурса для получения знаний.

Поэтому знание – это определенным образом структурированное понятие, т.е. еще более содержательная смысловая абстракция. Знания, направленные на обслуживание деятельности объекта по выживанию (т.е. его функционирование и развитие), как система понятий, развиваются (пока объект живет) по пути углубления их содержания (непрерывный процесс их приращения). Таким образом обеспечивается уточнение соответствия множества информационных моделей (ИМ) сути отражаемого ими процесса многофункционального, целенаправленного взаимодействия объект  $\leftrightarrow$  среда в рамках имеющих место в природе запретов. Множество ИМ одновременно отражает и логику развития системы понятий (знания). Следовательно, его лучше называть множеством информационно-логических моделей (ИЛМ).

Классическая теория информации, выросшая из потребностей связи, имеет дело больше с количественными аспектами сигналов, фиксируемых объектами, т.е. с данными. В этой связи, правильнее ее называть теорией данных, а семантическую теорию информации – системной теорией информации, т.к. она является основой развития системы понятий.

На рисунке 1 представлена схема разделения вопросов, порождаемых ситуацией, на проблемы и задачи. Она подтверждает тезис о том, что для решения задач можно вполне обойтись наличными знаниями. Однако решение проблемы предполагает выход из круга старых понятий, то есть выработку качественно новых знаний (их приращение).



Рис. 1. Схема деления вопросов, порождаемых ситуацией, на проблемы и задачи

В основе обобщенной схемы реагирования материального объекта (открытой системы) на воздействия внешней среды лежит представление об информации как о зарегистрированных сигналах, которым присвоен конкретный смысл (рис.2).

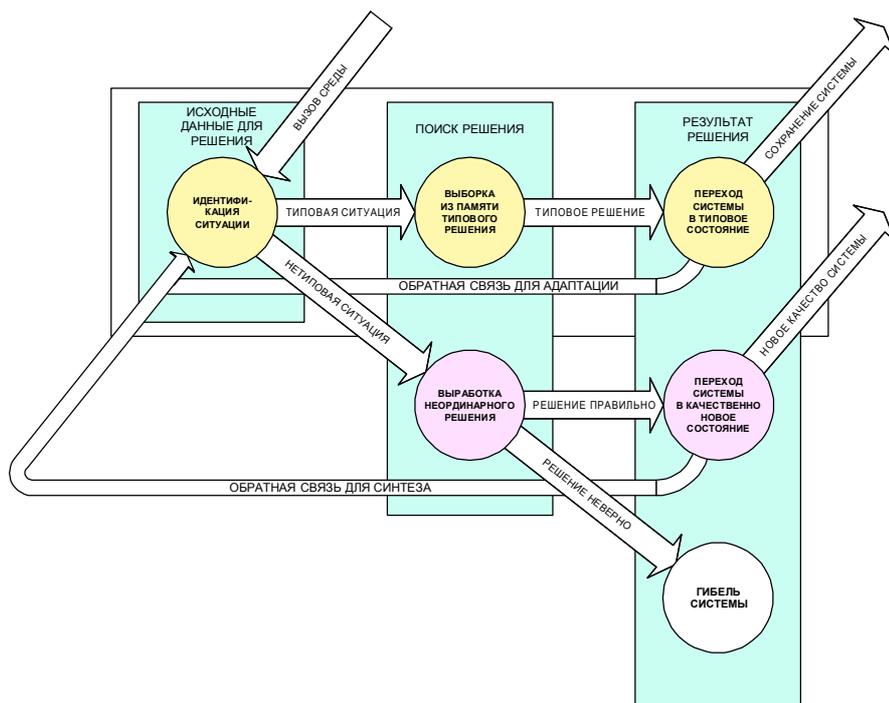


Рис. 2. Обобщенная схема реагирования объекта на воздействия среды

С передачей и обработкой информации связаны действия любого автоматического устройства, поведение живого существа, творческая деятельность человека, развитие науки и техники, технологий, экономические и социальные преобразования в обществе и сама жизнь.

Если вещество и энергия изучены сравнительно полно, то законы получения, преобразования и использования информации, в указанном нами смысле, являются неизведанной областью, таящей в себе много неожиданных проявлений, особенно в области защиты информации (ЗИ).

Все это позволяет утверждать, что ЗИ нужно рассматривать как комплекс мероприятий, направленных на обеспечение устойчивой работы механизма порождения, накопления, передачи, преобразования и образного представления информации (смысловых абстракций, понятий, знаний), полезной для выживания объекта с минимальными затратами доступных ему ресурсов.

Рассмотрение воспроизводства, накопления, передачи и использования информации в управлении процессом функционирования и развития объекта позволяет, с учетом представленной на рисунке 2 схемы, выделить следующие фазы обращения информации.

Во-первых, восприятие и идентификация объектом текущей ситуации с учетом его целевых установок. Под целью мы понимаем идеальное, мысленное предвосхищение объектом конечного результата его планируемой (предполагаемой) деятельности. Целеполагание или формирование целей (в нашем случае желаемых состояний объекта) – центральный вопрос теории и практики управления. Формальным выражением этих состояний является целевая функция  $F_j$ , значения которой нужно обязательно получить с должным качеством ("эффектом системы") и вовремя.

На основе восприятия ситуации, т.е. фиксации  $x_j$ , осуществляется ее идентификация – отнесение к проблеме или задаче. Для задачи с помощью блоков знаний и формализмов реализации ИЛМ устанавливается, а в блоке автоматической реализации ИЛМ (см. рис.1) немедленно реализуется ее известное решение (типовая ИЛМ –  $F_j$ ).

Для решения проблемы необходим новый уровень знаний и поиск нужной ИЛМ осуществляется в два этапа: сначала ищется новая абстрактная ИЛМ, а затем, в рамках формальной логики построения ИЛМ (см. рис.1), устанавливается ее адекватность цели. После этого новая ИЛМ  $F_j$  реализуется как обычно, но с поправкой на управление, пока она не будет "доведена" до приемлемой реализации. После этого она вводится в расширенное множество ИЛМ  $F_j$ . Эта фаза обращения информации соответствует в цикле управления этапу анализа – Ан.

На этапе принятия управленческого решения – Ре (на рисунке 1 – блок формализмов реализации ИЛМ) объект в рамках информационной матрицы (см. табл.1) выбирает для конструирования конкретную ИЛМ  $F_j$ , адекватную текущей ситуации, а затем реализует ее в цикле управления на этапе организации – Ор. Только реализация ИЛМ и сличение желаемых и реальных конечных результатов их использования подтверждают правильность построенных моделей и их адекватность отражаемым процессам и системам.

Типовые ИЛМ –  $F_j$  соответствуют многократно повторяющимся ситуациям. С ними объект знаком и знает, как на них адекватно реагировать. Поиск решения, т.е. выбор модели целевого взаимодействия объект ↔ среда сводится к выбору и реализации конкретной модели  $F_j$ . В результате сличения фактического результата реализации  $F_j$  с желаемым объектом через систему обратных связей корректируется модель, обеспечивая тем самым оптимальное (для него) разрешение исходной ситуации. Это детерминистская ветвь его деятельности, когда поддерживается лишь функционирование объекта в типовых ситуациях взаимодействия объекта и среды.

Проблемные (неординарные) ситуации, как правило, объекту не знакомы, и он не знает, как на них реагировать. Поэтому он пытается угадать (а затем сконструировать) нужную, качественно новую абстрактную ИЛМ адекватного реагирования на ситуацию с помощью точек эволюционного развития, называемых в синергетике точками бифуркации (раздвоения). Если в них решение угадано, то объект развивает свои знания. С их помощью, восходя от абстрактного к конкретному, он расширяет информационную матрицу и доводит абстрактную ИЛМ до конкретной  $F_j$ . Проблемная ситуация, таким образом, успешно разрешается, а объект развивается.

Если решение проблемы не найдено (нужная модель вовремя не реализована или отсутствует), то объект чаще всего погибает, унося с собой в "могилу" все свои интеллектуальные наработки (систему индивидуальных знаний). Следовательно, только успешное преодоление точек бифуркаций обеспечивает развитие объекта.

Данные таблицы 1, приведенные схемы (см. рис. 1 и 2) позволяют утверждать, что в информационной матрице обеспечивается:

четкое разделение ситуаций на проблемы и задачи, а также однозначное отнесение решения задачи к конкретному классу (элементу множества  $F_j$ );

определенность и стабильность поиска решений задач и проблем через формализованное конструирование нужных ИЛМ на базе консервативной (для задач) и развиваемой (для проблем) информационных матриц;

качественная централизованная обработка всей информации с помощью системного анализа, способствующая развитию базы знаний объекта.

С точки зрения идей, изложенных в статье, надежная защита информации, циркулирующей в объекте, сводится к предупреждению ее искажения или уничтожения, несанкционированной модификации, злоумышленного получения и использования против объекта.

Очевидно, что самым уязвимым местом в управлении развитием объекта является матрица информации  $I=[I_{ij}]$ , на базе которой реализуются регистрация данных  $x_j$ , обработка и хранение информации  $I_{ij}$ , выдача готовых решений  $F_j$ , а также правила синтеза конкретных ИЛМ и механизмы присвоения смысла норме  $x_j$  и целевым функциям  $F_j$ . Искажение числовых значений и содержания элементов информационного обеспечения управления может привести к полной деморализации деятельности объекта. Поэтому защита матрицы информации (тезауруса объекта), правил синтеза ИЛМ и механизмов приращения знаний (углубления смысла норм  $x_j$  и целевых функций  $F_j$ ) должна осуществляться самым тщательным образом, т.к. последствия от негативного воздействия на нее могут быть весьма разрушительными. На этом новом для развития объектов направлении и необходимо максимально сконцентрировать усилия по разработке теории развития открытых систем.

## Список литературы

1. Лаптев В.Н. Основы автоматизации деятельности сотрудников ЭКП ОВД // Актуальные проблемы автоматизации управления организационно-техническими системами ОВД: Сборник. СПб.: СПб ЮИ МВД РФ, 1994. Ч. 1. С.80–84.
2. Симанков В.С., Луценко Е.В., Лаптев В.Н. Системный анализ в адаптивном управлении. Краснодар: ИСТЭК, 2001. 258с.