

# НАУЧНО • ТЕХНИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Серия 2. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ И СИСТЕМЫ  
ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ СБОРНИК

Издается с 1961 г.

№ 5

Москва 2007

## ОБЩИЙ РАЗДЕЛ

УДК 004.81:001.8

А. В. Нестеров

### Философия моделирования

*Рассматриваются проблемы моделирования на основе категорийного (тензорного) подхода. Предпринимается попытка осмысления моделирования процесса моделирования.*

Моделирование — самый распространенный метод человеческой деятельности, который используется для познания, оценки и в практических целях, в частности, для оптимизации (управления) окружающих нас элементов универса Вселенной. Моделирование как процесс деятельности представляет собой процесс отображения действительности в модели, при этом действительный объект может быть также моделью какого-либо другого объекта. Модель может отображать не только элементы действительности, но и процессы их взаимодействия, а также отношения, которые складываются между ними в окружающей среде.

Действительность представляет то, что входит в рамки нашего восприятия, однако реальность может находиться за данными рамками и не быть постижимой в целом. Поэтому мы пытаемся понять ее как некоторые части реальности. Модель постижимой реальности, или действительные объекты, представляет собой мысли-

мую ее часть. В этой связи модель состоит из отображения внешнего действительного объекта и внутреннего его отражения в разуме человека-модельера.

Существуют три типа моделей: *познавательный, оценочный и прагматический*. Кроме того, различают модели *умозрительные* (в виде словесного описания), *качественные* (в виде логических схем), *количественные* (в виде математических зависимостей).

Понятие *моделирование* исследовалось в большом количестве работ, однако проблема моделирования еще далека от разрешения. В задачи данной статьи не входит детальное обсуждение всех публикаций, посвященных моделированию, поэтому автор приносит свои извинения всем, чьи работы в данном тексте не упомянуты.

Мы рассмотрим два инструмента моделирования (аналитический и синтетический), в частности, сущностное моделирование на основе категорийного (тензорного) подхода и моделирование-

проектирование на основе стандартизированного подхода, позволяющего автоматизировать данную деятельность.

\* \* \*

Моделирование как метод не имеет всеобщей методики для построения модели любого феномена (оригинала) или явления, процесса, системы. В моделировании всегда присутствует элемент творчества.

Модель может быть эквивалента оригиналу сильно (изоморфна) и слабо (гомоморфна). Считается, что изоморфные модели должны обладать свойствами рефлексивности, симметричности и транзитивности. От гомоморфных моделей не требуется наличие свойства симметричности. В [1] отмечается, что при количественном моделировании могут использоваться гомоморфные модели и при переводе их на математический язык моделирования может происходить уменьшение размерности по сравнению с оригиналом до 50%. Важно, чтобы отношения между объектами  $A$  и  $B$  были изоморфны, даже если  $A_1$  и  $A_2$ ,  $B_1$  и  $B_2$  будут гомоморфны. Например, колебания маятника можно моделировать электромагнитным контуром или отображением в компьютере.

Обычно под моделированием понимают некоторую деятельность по созданию модели чего-либо и манипуляции с ней с целью ее изучения и получения каких-либо результатов, которые можно перенести на то, что было смоделировано. Как правило, модель есть упрощенное воплощение совокупности объективных свойств объекта моделирования. Упрощение подразумевает субъекты моделирования, т. е. его субъективный выбор определенной совокупности свойств объекта моделирования (исследования). Поэтому возможны различные модели объекта, субъективно выбранные разными исследователями и моделирующие оригинал либо с разной точностью, либо с разных сторон (по разным наборам свойств), либо в разных окружениях.

Исследование модели как объекта-заместителя или модели-объекта позволяет имитировать поведение оригинала в различных условиях и изучать его свойства. Затем полученные результаты модельного исследования совмещаются с имеющимися эмпирическими знаниями об оригинале и осуществляется использование всей имеющейся информации об объекте для построения обобщенной модели и ее проверка на практике. При этом различают *натурные* и *теоретические* (логические и математические) модели.

Задачи, решаемые с помощью моделирования, делят на *прямые* (задачи анализа реакции на возмущения, действующие на систему-объект), *обратные* и *инверсные* (уточнения параметров системы при известных входах и выходах). В общем случае задача моделирования сводится к построению модели на основании совокупности исходных данных в виде множества входов  $X$ , выходов  $Y$  и множества ограничений  $Z$ . В простейшем случае модель может быть представлена статической (безынерционной) функцией между входом и выходом  $y = f(x)$ . Динамические модели имеют более сложные описания, так как  $f(x)$  зависит от инерционности оригинала (памяти). Существует еще большое количество усложнений модели в зависимости от свойств оригинала.

При моделировании наиболее востребованными оказались *символические модели*, в которых используются символические языки описания (разговорный, схематический, математический). Таким образом, данные типы моделей фактически являются информационными моделями.

В моделировании применяется понятие *идентификация*, однако его содержание отличается от принятого в философии или, например, в криминалистике. Под идентификацией в некоторых областях моделирования (в соответствии с Л. А. Заде) понимают определение по входам и выходам такой системы из заданного класса систем, которой рассматриваемая система эквивалентна [1]. Таким образом, задача идентификации сводится к критерию эквивалентности, а не тождества, как в упомянутых выше дисциплинах. Обычно данный критерий представляет собой функцию потерь, которая является функционалом от выходов оригинала и модели. В [1] предлагается общая схема моделирования, в которой предусмотрены блок объекта моделирования, блок регулятора, блок идентификации и обратная связь.

Задача моделирования сводится к нахождению оператора оценки  $A^*$  оператора оригинала  $A$ . Затем  $A^*$  используется как  $A$  модели для целей идентификации. Оператор  $A$  в общем случае неизвестен, поэтому о близости оригинала и модели судят по близости выходов оригинала и модели  $Y_m = A^*(X)$ . Для более точного моделирования в динамическом аспекте применяют адаптивные модели, которые позволяют уточнять (оптимизировать) параметры модели при помощи оперативной идентификации.

Изучению моделей и их классификации посвящено много работ, однако выделим только одну из них. А. И. Уемов [2] со ссылкой на Х. Стаховяк приводит три классических признака модели: модель должна отображать оригинал, охватывать не все свойства оригинала, однозначно соответствовать оригиналу по отдельным свойствам внутри определенного интервала времени. Исследователь проанализировал большое количество свойств моделей и пришел к выводу, что модель должна обладать следующими параметрами:

- 1) обобщенным изоморфизмом  $J$  или реляционностью (нереляционностью);
- 2) атрибутивностью  $T$  или обладанием общими свойствами (неатрибутивностью);
- 3) свободностью  $L$  (фиксированностью).

А. И. Уемов также считал, что в моделировании используется метод аналогии, т. е. посылки относятся к одному объекту, выводы — к другому. А перенос информации с модели на оригинал будет выводом по аналогии. Модель должна обладать хотя бы одним общим свойством или отношением с оригиналом, это позволяет построить таблицу типов моделей, состоящую из шести типов, представляющих собой различные сочетания из трех основных с учетом данного ограничения.

Как мы уже отмечали, оригинал может быть также моделью. Например, трехмерный вещественный объект является проекцией (моделью) в реальном четырехмерном пространстве мировых линий, учитывающих пространственно-временные координаты. Любую модель можно представить как какую-либо проекцию в  $n$ -мерном пространстве  $m$ -мерного оригинала (объекта), где  $m$  всегда больше

и существует проекционная связь между данными пространствами. В общем случае такое проекционное пространство может быть категорийным пространством, а минимальное количество категорий в нем составляет три категории, которые расположены ортогонально. Тогда в этом пространстве можно получать шесть проекций, или типов моделей, категорийного трехмерного объекта (три одномерные и три двухмерные проекции).

Особенностью такого представления моделей является то, что в качестве моделируемого объекта могут выступать не только действительные (материально-вещественные), но и идеальные и абстрактные объекты. Например, в качестве оригинала может выступить статуя богини, которая представляет собой модель несуществующей в действительности богини Афродиты, или это может быть какая-нибудь идея.

\* \* \*

Моделирование тесно связано с понятием *проектирования*, так как если в качестве модели выступает некоторый эталон или желаемое состояние какого-либо объекта (проект), то тогда создание желаемой модели представляет собой проектирование. Моделирование создает проекцию текущего состояния объекта, а проектирование — проекцию желаемого состояния, которое может быть некоторым приближением (проекцией, моделью) эталона.

Моделирование как деятельность также может быть подвергнута моделированию, поэтому при анализе ограничений, в рамках которых осуществляется моделирование, возникает связь моделирования с *регламентированием*. В основе регламентирования лежит моделирование, но его особенностью является установление ограничивающих требований к различным свойствам модели, в том числе и к процессу моделирования.

В последнее время особенно важными стали модели социальных объектов, так как социальное проектирование невозможно без анализа социальных и политических последствий внедрения социального проекта. В связи с тем, что создание желаемой модели также является проектированием, будем рассматривать моделирование совместно с проектированием, а под моделированием в данном тексте будем понимать *моделирование функционирования (деятельности) некоторого социального объекта или процессов взаимодействия в рамках определенных отношений, т. е. моделирование моделирующей деятельности*.

Будем исходить из материально-вещественной сущности Вселенной. Тогда *объекты моделирования* представляют собой: материально-вещественные носители; отраженные в них предметы и коммуниканты (отражение отражения или отношение к данным объектам субъектов), где универс — конечная совокупность элементов Вселенной, а Вселенная — самоочевидный неопределяемый термин [3]. В связи с этим *язык моделирования* должен содержать три вида объектов: модель носителей, модель предметов и модель коммуникантов, которые используются в моделируемой системе. Если в качестве примера рассматривать организацию —

фирму, орган власти, семейное хозяйство, общественную организацию или организованное рабочее место, в рамках которых осуществляют моделирование, — то это будет организационная структура, реализованная в инфраструктуре или структуре-пространстве, в котором возможно протекание каких-либо потоков.

*Модель предмета объекта моделирования*, или *модель сущности*, представляет собой некоторый аспект объекта или модуляцию носителя рассматриваемого объекта. Для нашего применения предмет является отражением, которое зафиксировано в виде отображения объекта в модели. Данное отображение объективно, но при этом субъективно выбрано модельером, строящим некоторую модель действительных элементов универса Вселенной. Сами объекты также представляют объективную модель элементов универса Вселенной, субъективно выбранных модельером. Таким образом, *объект* есть некоторое объективное свойство элемента универса Вселенной, субъективно выбранное субъектом, рассматривающим данный элемент. *Предмет*, в свою очередь, есть объективное свойство объекта, субъективно выбранное субъектом безотносительно к носителю и коммуниканту. *Модель коммуникантов* представляет собой модель отношений участников данных отношений по поводу рассматриваемого элемента универса Вселенной или модель отношений между элементами внутри данного универса, а также вне универса с другими универсами Вселенной. *Субъект моделирования* может быть участником указанных отношений и взаимодействий, т. е. быть элементом данного универса, либо, что более предпочтительно, находится вне его и с нейтральной позиции рассматривать отношения и взаимодействия как внутри данного универса, так и вне его.

Выделяют два наиболее известных подхода к моделированию-проектированию: “снизу” и “сверху”. При проектировании “сверху” проект создается на основе архитектуры, т. е. целостного видения архитектора и жесткости архитектуры конструкции (структуры). Ошибки архитектуры и проекта, выявленные при реализации, устранить очень тяжело и дорого. Устранение ошибок откладывается до капитального ремонта (модификации) или разрушения всей конструкции (реорганизации). Сложные и дорогостоящие конструкции, построенные на основе неких теоретических проектов, уже не могут проверяться в натуральных реализациях и требуют наличия предварительного моделирования и сравнения с научными достижениями в данной области. Это, естественно, противоречит известной “истине”, что теория проверяется практикой. Данный тезис не работает в динамичной среде, в которой реализуются дорогие и сложные объекты. Такие проекты должны проверяться наукой или имитационным моделированием. На наш взгляд, хотя данные подходы противоречат друг другу, они находятся в ортогональных отношениях, т. е. у реальных элементов действительности есть как свойство целостности, так и свойство развиваемости, которые можно учитывать при проектировании и реализации.

В этой связи получил развитие эволюционный подход в проектировании, когда проект создается из некоторых конструктивных функционально

необходимых элементов, которые непрерывно проверяются на модели функционирования. При таком подходе проект даже не рассматривается как нечто целостное и законченное. Объект, который должен быть реализован по проекту, представляет собой некоторый эволюционирующий процесс, удовлетворяющий потребности заказчика. Требования заказчика по мере реализации проекта могут меняться, и поэтому проектировщики должны их непрерывно учитывать и быстро реализовывать.

Кроме того, еще известен подход, определяющий дизайн объекта как элемента внешней среды. Это стало особенно важно сейчас, с учетом того, что среда становится открытой и элементы также должны быть открытыми.

Если суммировать изложенные идеи, то проектирование должно сочетать в себе все три подхода: целостность, возможность адаптации (процессность) и открытость в среде.

Как мы уже отмечали, моделирование (проектирование и регламентация) необходимо в случаях оптимизации деятельности различных субъектов. В бизнесе на это обратили внимание давно. Администраторы стали понимать, что без формализации, унификации и стандартизации деловых процессов невозможно компьютеризировать организацию процессов, протекающих в структуре. Поэтому основной целью выбора стандарта организационного проектирования является задание (установление) общего и обязательного к применению языка общения (моделирования) администраторов, разработчиков и исполнителей этих процессов. Частным применением таких стандартов является синтез требований (регламентация) к системам, положениям о подразделениях, административным регламентам, служебным инструкциям и т. п.

В соответствии с [4] сейчас существует около 20 различных технологий моделирования и проектирования организационно-технических систем и несколько сотен инструментов, предназначенных для автоматизации этого процесса. В [4] предложен и используется критерий сравнения таких стандартов (систем), который заключается в оценке «стойкости — риска — технологичности», где под технологичностью, на наш взгляд, понимается пригодность системы в различных условиях ее применения, а под риском — надежность. В [4] сравниваются три наиболее популярные на российском рынке системы: BPwin/ERwin (Platinum Technology), Rational Rose (Rational Software Corp.) и ARIS (Scheer AG). BPwin применяет методологию стандартов IDEF0 — IDEF3 (ERwin — стандарт IDEF1X), ARIS использует свою собственную нотацию. В Rational Rose используется язык для моделирования объектов UML (Unified Modeling Language). В [5] приведено сравнение нотаций IDEF0 IDEF3 и ARIS.

Методология IDEF0 представляет собой совокупность процедур, предназначенных для построения функциональной модели объекта какой-либо предметной области, т. е. отображает производимые им действия и связи между этими действиями.

Методология ARIS является совокупностью взглядов на объект как организационную структуру, структуру функций, структуру данных и структуру процессов. Каждый из взглядов разделяется на три подуровня: описание требований, описание спецификаций, описание внедрения.

IDEF0 является основным стандартом моделирования бизнес-процессов. Он был разработан в США в 1970-е гг. для реализации методологии структурного анализа SADT (Structured Analysis and Design Technique), предложенного Дугласом Россом. Основная идея IDEF0 — построение функциональной древовидной модели деятельности, предусматривающей переход от общего к частному (декомпозиция).

В 1980 х гг. компанией IBM был разработан стандарт ETVX, предназначенный для моделирования деятельности и, в отличие от IDEF0, ориентированный на задачи, а не на функции. Особенностью ETVX является то, что рабочие задания, которые должны быть выполнены в бизнес-процессе, могут выполняться циклически. При этом предусмотрены проверка исполнения и утверждения (приемка) задания. Кроме того, задания могут быть слабоструктурированными. Блок-выход работает на выполнении некоторых критериев, таких как: исполнение всех заданий или их части, получение результата при исполнении задания или истечение некоторого периода времени с начала процесса и т. п. Блок-вход так же базируется на определенном критерии, например, на условии или условиях, которые должны быть выполнены, чтобы процесс смог начаться. Данный стандарт совместим с IDEF0.

В настоящее время моделируются, как правило, сложные объекты, так как для простых объектов существуют апробированные технологии их проектирования и реализованные проекты. Построение модели сложного объекта включает в себя процесс проектирования модели и ее тестирование. Если имитация функционирования (деятельности) модели показывает отсутствие негативных результатов, то принимается решение о проектировании объекта-оригинала и его строительстве.

Далее рассмотрим более подробно **категорийный подход к моделированию**. Субъект (модельер) —  $S_1$ , разрабатывающий модель, помещает себя в начало субъективно выбранной системы категорийных ортогональных координат. Возможно любое количество и расположение координат, однако указанная система удобна и наглядна для человека. При этом каждая категорийная координата по такому же методу разделяется на подсистемы категорийных координат. Другой субъект ( $S_2$ ) может рассматривать этот же объект в другой системе категорийных координат, поэтому взгляды (точки зрения) субъектов на один и тот же объект будут разные. Для согласования этих взглядов необходимо знать механизм преобразования  $S_1$  в  $S_2$ , а также необходимо, чтобы методология выбора категорийных координат была одинаковой. Сами категории могут быть различными. В данном случае система категорий опирается на *тензорный подход* [3] и выбрана в соответствии с *продукционным подходом* [6]. В частности, категория  $A_1$  является продольной категорией, обозначающей некоторые величины, которые могут быть измерены в одной точке, например, поток. Категория  $B_1$  является поперечной категорией, обозначающей некоторые величины, которые могут быть измерены как минимум в двух точках, например, разность потенциалов выхода и входа. Категория  $C_1$  является инвариантной категорией, обозначающей некоторые

величины, которые могут характеризовать нечто инвариантное, определяемое в неопределенном количестве точек. Само моделирование представляет продукционную деятельность, или правильнее, метапродукционную деятельность, для которой применим указанный выше подход.

Наиболее популярным в моделировании в информационных системах считают *объектно-ориентированный стиль*, в котором используются четыре основных понятия. К первому понятию относятся объекты, представляющие данные и процедуры, второе понятие используется для связи объектов в виде механизма посылки сообщений, третье понятие составляют объекты с похожими свойствами, которые объединяются в классы, и к четвертому понятию относят объекты, которые наследуют свойства других объектов через иерархию классов. Взаимосвязь объектов осуществляется с помощью сообщений и классов объектов (одинаковые сообщения понимаются по-разному в зависимости от класса) и обеспечивает гибкое пространство-структуру, независимое от материально-вещественной структуры системы. В тензорном подходе взаимосвязи и взаимодействия также разделены. Наследование объектов позволяет использовать свойства существующих объектов, так же, как и в тензорном подходе, с помощью учета жизненного цикла продукта.

В общем случае продукт продуцирования (ресурс), и стало быть, и объект в объектно-ориентированном стиле представляют собой результат (данные), процесс (процедуру в смысле данного стиля) и элементы среды. Процесс (операция, блок) в свою очередь также является продуктом, если функцию рассматривать как функционал, т. е. функцию функций, поэтому тензорный подход включает в себя объектно-ориентированный стиль.

Продуцирующая открытая система может быть представлена моделью в категорийных осях А, В, С, каждая из которых состоит из трех категорийных подосей. В частности, по продольной категории А размещены проекции:  $a_1$  — предмет,  $a_2$  — носитель,  $a_3$  — коммуникант; по поперечной категории В размещены проекции:  $b_1$  — исполнение,  $b_2$  — управление,  $b_3$  — направление; по инвариантной категории С размещены проекции:  $c_1$  — продуцирующая среда,  $c_2$  — материально-вещественное обеспечение,  $c_3$  — информационное обеспечение.

В этой связи можно вспомнить плоскую модель Дж. Захмана, в которой он давал ответы на шесть вопросов: почему выполняются действия, когда и кто их выполняет, что делает система, как и где [7]. По известной нам информации, Дж. Захман нигде не давал объяснения, почему он выбрал шесть вопросов и почему именно эти вопросы. Анализ данных вопросов позволяет сделать вывод, что они выбраны эмпирически без какой-либо систематизации, хотя возможно, что мы ошибаемся. Кроме того, в модели Дж. Захмана имеются шесть строк таблицы, которые отражают шесть уровней представления системы: реальная бизнес-среда, концептуальная модель, логическая модель, технологическая модель, детальная реализация и представление пользователя, а фактически — взгляды различных субъектов на систему.

Исходя из сказанного выше, можно сформулировать методически обоснованные вопросы для организационных систем продуцирования. По оси А:

что, на чем, за сколько; по оси В: кто, как, почему; по оси С: (когда, где), из чего, с помощью чего. И, наконец, учитывая субъективную точку зрения S, задать вопрос “зачем?”.

Категорийная точка в категорийном пространстве является вырожденным элементом собственно категорийного элемента, который состоит, как минимум, из двух связанных категорийных точек. Взаимодействие этих точек между собой, а также воздействие категорийной точки на категорийную среду и на саму себя позволяет дать ответ на вопрос “кому?”. Категорийная точка движется во времени вместе с категорийной средой, поэтому в них происходят изменения, которые характеризуются состояниями в цикле жизни. При создании модели модельер обычно выделяет объект моделирования, назначение и точку зрения. Назначением модели является возможность получить ответы на некоторое множество вопросов, в частности, данная категория позволяет ответить на вопрос “зачем?”.

Таким образом, категорийная модель может быть описана в виде шестимерной структуры и представлена в виде двух связанных трехмерных категорийных пространств, в одном из которых продольная категория — цикл жизни, поперечная категория — взгляд субъекта, инвариантная категория — назначение моделирования.

Далее рассмотрим **организационно-функциональную модель** организации. Бизнес-процесс или, в общем случае, деловое продуцирование будем представлять как взаимодействие продуцента, продуцирующего продукт, и сопроцедента (сопродуцентов), продуцирующего ресурс, представляющее собой превращение ресурсов в продукты и продуктов в ресурсы, связанные в рамках организации одной целью продуцирования выходного продукта на основе анализа запросов на данный продукт извне и предложений аналогичных продуктов во внешней среде. При этом внутренние и внешние продукты продуцируются по единым процедурам.

Организацию (продукционную деятельность) можно рассматривать как систему, состоящую из 3-х принципиально разных по функциям блоков, хотя все они с формальной структурной точки зрения имеют одинаковую структуру. Организационно-функциональная схема (модель) организации представлена на рис. 1. В ней можно выделить блок-исполнение, который представляет собой множество блоков (в частности, собственно продуцирование выходных продуктов), и два блока-обеспечения, которые продуцируют внутренний продукт — два вида ресурсов: субъективные (персонал) и объективные, например, расходные материально-вещественные ресурсы. Блок-исполнение ответственен за результативность продуцирования.

Второй блок — блок-управление — также может быть представлен множеством блоков, однако на рисунке он изображен в единственном числе. В функции данного блока входит управление исполнением, в том числе организация продуцирования продукта, а стало быть, организация поступления в блок-исполнение всех необходимых видов ресурсов. В этой связи данный блок ответственен за эффективное использование ресурсов. Блок-управление продуцирует внутренний продукт — управление (выдачу рабочего задания и контроль исполнения) и внешний продукт — запрос на ресурс и оформление договоров на его поставку.



Рис. 1

Третий блок — блок-направление — осуществляет функцию управления блоком-управлением или продуцирует внутренний продукт в виде направления внешнего продуцирования, в которое входят: цель, метод (политика) и средство (миссия). Данный блок собирает информацию о внешней и внутренней среде, состоянии взаимодействия организации с элементами внешней среды, и путем моделирования устанавливает цель (цели) для организации. При этом вся поступающая информация анализируется на истинность — для фильтрации случайных и целенаправленных помех, поэтому блок-направление ответственен за транспарентность организации и, по возможности, элементов, с которыми она взаимодействует. Данный блок имеет и внешний выход, через который продуцируются сообщения об организации, формирующие ее имидж.

Структурно все блоки одинаковы (рис. 2) и кроме перечисленных входов и выходов имеют еще по одному входу и выходу, так как каждый из них участвует в треугольнике управления: блок-направление дает команды блоку-управлению и получает от него отчеты, блок-управление дает команды блоку-исполнению и получает от него отчеты, а блок-исполнение предоставляет информацию в блок-направление и получает информацию о состоянии дел в организации. Кроме того, каждый блок имеет обратную связь по своему внешнему выходу,

которая позволяет локальному управлению сравнивать выходной продукт с требованиями, поступающими на вход, которые в большей мере учитывают внешние требования субъектов взаимодействия, а также внешней среды. Данные блоки фактически представляют унифицированную модель рабочего места вне зависимости от того, где оно используется. В зависимости от набора требуемых функций и возможностей работника эти функции могут выполняться либо одним работником, либо несколькими.

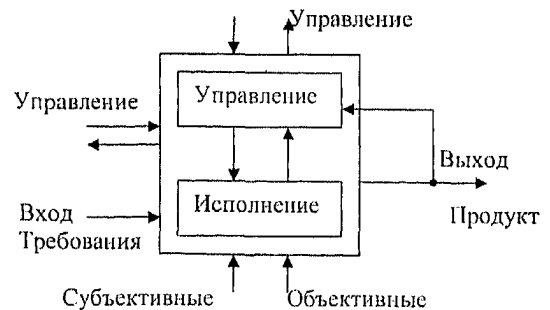


Рис. 2

В заключение отметим, что описанные модули не только структурно одинаковы, но организованы и функционируют по одинаковым правилам (регламентам), основные из которых приведены ниже:

1. Блок с помощью своих границ (рамки) индивидуализируется во внешней среде и образует внутреннюю среду блока.

2. Блок может состоять из подблока исполнения (необходимое свойство), подблока управления (достаточное свойство) и подблока направления (репрезентативное свойство).

3. Блок во внешней среде может иметь связи с другими блоками и неиндивидуализированными элементами внешней среды (окружения). Явные связи обозначаются линиями, неучтенные связи обозначаются границами блока. Неявные связи обозначаются линиями с плоскими стрелками, в которых указаны идентификаторы связи.

4. Блок имеет входы и выходы, через которые осуществляются взаимодействия по каналам связи, характеризуемые как основные производственные, управленческие и политические (направления).

5. Производственное взаимодействие характеризуется обменом продуктами внутри блока, между блоками и с неопределенными элементами внешней среды. Продукт взаимодействия (производства) состоит из результата, процесса и элементов среды.

6. Управленческое взаимодействие характеризуется как субординационное, координационное и реординационное.

7. Направленческое (политическое) взаимодействие характеризуется как фундаментальное, собственно открытое и экологическое [8]. Блок должен быть репрезентативным элементом внешней среды и не воздействовать отрицательно на данную среду, а также на свою внутреннюю среду.

8. Процесс, протекающий в блоке, характеризуется созданием запасов (остатков), образованием отходов и порождением потерь, а также накоплением готовых продуктов, осуществлением сервиса (ремонта) и обращением несоответствующих (дефектных) продуктов [6].

9. При связи двух разных процессов (блоков) для их совместимости блоки могут иметь согласующие подблоки (интерфейсы).

10. При взаимодействии двух разных процессов (блоков) отклики блоков могут характеризоваться отказом, ожиданием и выдачей продукта обмена.

11. Все входы представляют собой ресурсы, которые характеризуются как расходуемые (невосстанавливаемые), отражаемые (восстанавливаемые) и творческие (инновационные). Отражаемые ресурсы требуют их периодической актуализации, а творческие — создания определенных условий для творчества. Кроме того, вещественные ресурсы при их потреблении блокируются, т. е. не могут одновременно потребляться другими блоками во время взаимодействия.

12. Ресурсы можно характеризовать как объективные и субъективные факторы. К объективным факторам относятся: время, место, материалы, здания, оборудование, энергия, документация и т. п. Субъективные факторы представляют собой персонал, внешнее управление, социально-психологические факторы (доверие субъектов друг другу, мотивация и т. п.).

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пашенко Ф. Ф. Введение в состоятельные методы моделирования систем. — М.: Финансы и статистика, 2006. — 328 с.
2. Уемов А. И. Логические основы метода моделирования. — М.: Мир, 1971. — 311 с.
3. Нестеров А. В. Тензорный подход к анализу и синтезу систем // НТИ. Сер. 2. — 1995. — № 9. — С. 26-31.
4. Рубцов С. В. Сравнительный анализ и выбор средств инструментальной поддержки организационного проектирования и реинжиниринга бизнес-процессов. См.: [www.cfin.ru/rubtsov/](http://www.cfin.ru/rubtsov/).
5. Репин В. В. Сравнительный анализ нотаций [Электрон. ресурс]. — 2001. — Режим доступа: [www.interface.ru](http://www.interface.ru)
6. Нестеров А. В. Некоторые соображения о ФЗ "О техническом регулировании" // Партнеры и конкуренты. — 2003. — № 10. — С. 8-17.
7. См.: [www.iteam.ru](http://www.iteam.ru)
8. Нестеров А. В. Философия и принципы открытых систем // НТИ. Сер. 1. — 2005. — № 8. — С. 1-5.

*Материал поступил в редакцию 29.01.07.*