

В. В. ТИЩЕНКО

ОБ ОДНОЙ МЕТОДОЛОГИИ РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММНЫХ МОДЕЛЕЙ

Рассмотрим методологию построения программных моделей, основанную на причинно-следственных отношениях. В предлагаемой методологии не разделяются средства анализа и методы моделирования. Они соединены в единое целое в поисковой структуре, которая включает в себя базу данных, содержащую операционную основу отношений, подходов, способов и методов моделирования.

Методология основана на аксиоме эмерджентности, существо которой состоит в следующем [1]. Пусть имеют место: $S(x, y, z)$ -система с параметрами; x, y, z — объекты, свойства, связи, представляющие конкретные множества; $\psi(a, b, c)$ — программная модель с атрибутами; a, b, c — предметная область, план эксперимента, критериальные оценки. Отметим, что S -система обладает традиционными параметрами, а ψ первоначально имеет: «а» — структуру вида (A, \leq) , «b» — функциональное отношение вида $(\cup$ или $\cap)$, «с» — функциональные оценки по критерию. Тогда, если существует «проект» вида $\varphi = \varphi[S(x, y, z), \psi(a, b, c)]$, то

$$P(S, \psi) = \begin{cases} 1, & \text{если } S = \psi; \\ 0, & \text{если } S \neq \psi. \end{cases}$$

Используем предикат эмерджентности; отсюда вытекает цепь преобразований:

$$S(x, y, z) \vdash S_1(x_1, y_1, z_1) \vdash S_2(x_2, y_2, z_2) \vdash \dots \vdash \psi(a, b, c).$$

Следовательно, если $P(S, \psi) = 1$, то возможна цепь преобразований, которые направлены на построение программной структуры, реализующей искомый алгоритм. Практически в этой методологии учитываются и используются:

1. Основные свойства системы, состоящие в том, что «целое больше суммы элементов искомой опорной информации с основными отношениями внутри элементов. Для восприятия целого его необходимо квантифицировать на элементы опорной информации с основными отношениями внутри их; затем собрать их, композировать с учетом связей между ними и углубленным пониманием целого в эксперименте» [2].

2. Свойства системного анализа, заключающиеся в том, что при анализе нужно иметь «стандартный универсум» с элементами стандартной

опорной информации и отношениями на них и конструктивное множество аналогичной, но определенной в процессе анализа информации для модели.

3. Инструментарий преобразований: перенос свойств элементов определенной опорной информации в стандартный универсум путем достижения одинаковой истины в нем и конструктивном множестве; расширение свойств элементов стандартного универсума на конструктивное множество путем компактификации и пополнения последнего. Отметим, что объекты, свойства и связи группируются в компактных областях полного признакового n -мерного гиперпространства с использованием известного логического принципа «*reductio ad absurdum*» (доведение до абсурда) по отношению к элементам внутреннего и внешнего множеств определенной опорной информации [3].

Конструкция модели причинно-следственной методологии представляется опрокинутым гиперконусом, который разделен на страты (послойные группировки точечных моделей), кластеризованные в отношении признаков графа близости (политетические классы). Форма гиперконуса наглядно отражает основное свойство моделирования – поэтапное понижение неопределенности информации при конструировании моделей [4]. В основании гиперконуса лежит множество гипотетических моделей (ГМ), структуры которых определены, с одной стороны, заданием, а с другой – базой знаний.

В вершине гиперконуса находится программная модель (ПМ), а промежуточные страты обусловлены множеством концептуальных моделей (КМ), индуцированных из страты ГМ совместно с информацией базы умения и схематологических моделей (СМ), агрегированных с предшествующей стратой и информацией базы навыков.

На первой стадии модель на своем уровне представляет некоторое подпространство признаков, сгруппированных в операционные таксономические единицы (ОТЕ); на второй — системы редуцируемые комбинаторными единицами моделирования (КЕМ); на третьей — специфицированные программно-схематологическими единицами системы (технологии).

Тогда под моделью причинно-следственной методологии понимается некоторый кортеж (триплет) атрибутов виртуальной системы:

$$M(A, R, Q),$$

где $A = \{(a_1, a_2, \dots, a_n), (b_1, b_2, \dots, b_m)\}$ — множество (ассоциация) подмножеств, конструктивных объектов и отношений между множествами (опорная информация); $R = \{(r_1, r_2, \dots, r_n), (s_1, s_2, \dots, s_m), (c_1, c_2, \dots, c_k)\}$ — множество r_i -состояний, s_i -связей, c_i -ограничений некоторого функционального пространства преобразования; Q — оценки компактности, целостности в форме d или μ -функции принадлежности и т. д.

Тогда в постадийном пространстве преобразований на гипотетической стадии под моделью понимают

$$ГМ(A1, R1, Q1),$$

где $A1$ — множество конструктивных объектов и отношений на множестве; $R1$ — область определения модели; $Q1$ — функция нормы, определяющая расстояние между областями и ошибку, по отношению к БЗ.

На концептуальной стадии моделью является

$$КМ(A2, R2, Q2),$$

где $A2$ — множество КЕМ и связей между ними; $R2$ — область значений модели; $Q2$ — функция принадлежности модели к стандартным ОТЕ или БУ.

На схематической стадии модель выражается следующим образом:

$$СМ(A3, R3, Q3),$$

где $A3$ — структуры модели как совокупности объектов и связей; $R3$ — среда (внутренняя, внешняя) как множество способов представления; $Q3$ — оценки модели по отношению к заданию и база навыков (БН) в форме эквивалентности, подобия и адекватности.

И, наконец, программная стадия, которая определяет модель таким образом:

$$ПМ(A4, R3, Q4),$$

где $A4$ — рабочая область модели как множество программных объектов и структур; $R4$ — план эксперимента и множество текстов; $Q4$ — оценки сложности, надежности, мобильности и репрезентативности.

Программная модель не является окончательным программным продуктом, но может являться объектом исследования и постановкой задачи в процессе получения окончательного продукта.

Наше субъективное представление о системе всегда носит форму некоего «Задания», имеющего следующее представление:

$$ЗД(U, T, L),$$

где U — множество результатов, трактуемых как множество целей; T — множество требований к отношениям, фигурирующее в форме признаков; L — множество ограничений, накладываемых на кортежи признаков. Такой подход способствует преобразованию субъективных параметров ЗД в атрибуты «Задачи» (ЗЗ), т.е. в программную модель, отработанную в процессе исследования с последующим кодированием, документированием и получением программного продукта. Основу причинно-следственной ме-

тодологии образуют стандартные универсумы, представленные в форме баз данных: базы знаний (БЗ), умений (БУ) и БН.

БЗ – это гиперпространство признаков (П-пространство), или ассоциация подходов. Оно расчленено на монотетические классы «стандартных» пространств (области определения дескриптивных, динамических моделей, конечных автоматов и т.д. или пространства, выраженные в форме графов близости с поуровневыми и послонными группировками). Пространство рассматривается как ассоциация множеств, отношений и аксиом, трактуемых как операционные таксономические единицы.

БУ – это ассоциация методов конструктивного пространства, представленного в форме объектов КЕМ, связей и аксиом, отражающих полномочия КЕМ. В качестве объектов (КЕМ) используют операторы, события, процессы, транзакты, агрегаты и т. д. Для представления связей могут применяться операторные методы, событийные, компилятивные, интерпретативные и др.

Конструктивное пространство БУ является областью значений той области определения, которая сконструирована в БЗ.

БН – это ассоциация способов представления программных единиц в конструктивном пространстве, специфицированных в форме подпрограмм, модулей и т. п., фундаментальных отношений и аксиом, отображенных в формальных моделях типа структурного графа встроенных систем. Первоначально «Цепочка преобразований» на гиперконусе причинно-следственной методологии представляет собой, в общем случае, поуровневые и послонные преобразования графа близости путем редукции политетического признакового класса пространства в монотетические признаковые классы на основе разработки проектов стадии.

На первой стадии (разработка гипотетической модели) создается проект ϕ_1 [ЗД, ГМ, P1(ЗД, ГМ)], ставящий целью абстрагирование информации ЗД путем формализации и квантификации информации в ГМ с последующей оценкой целостности:

$$P_1(ЗД, ГМ) = \begin{cases} 1, \text{С.О.Ц.ЗД} = \text{О.О.ГМ}; \\ 0, \text{С.О.Ц.ЗД} \neq \text{О.О.ГМ}, \end{cases}$$

где С. О. Ц. ЗД – субъективная область цели задания; О.О.ГМ – область определения гипотетической модели.

На второй стадии (разработка концептуальной модели) создается проект ϕ_2 [ГМ, КМ, P2(ГМ,КМ)], цель которого – композиция информации ГМ путем редукции и выбора с последующей оценкой целостности:

$$P_2(ГМ, КМ), \text{О.О.Г} = \begin{cases} 1, \text{О.О.Г} = \text{О.З.КМ.}; \\ 0, \text{О.О.ГМО.} \neq \text{О.З.КМ.}, \end{cases}$$

где O, Z, KM . — область значений KM .

На этапе преобразования стадийных моделей в схематологическую модель разрабатывается проект этапа $\psi\{(GM, KM), CM, P\{(GM, KM), CM\}\}$, чтобы обеспечить конструирование CM путем агрегирования информации GM, KM с последующей оценкой целостности:

$$P\{(GM, KM)\} = \begin{cases} 1, O.O. \text{ и } Z.M. = O.P.M.; \\ 0, O.O. \text{ и } Z.M. \neq O.P.M., \end{cases}$$

где $O.O., Z.M.$ — области определения и значения моделей; $O.P.M.$ — область представления модели.

На этапе преобразования стадийных моделей в схематологическую модель создается проект этапа

$$\psi\{(GM, KM), CM, P\{(GM, KM), CM\}\}$$

для конструирования CM путем агрегирования информации GM, KM с последующей оценкой целостности:

$$P\{(GM, KM), CM\} = \begin{cases} 1, O.O. \text{ и } Z.M. = O.P.M.; \\ 0, O.O. \text{ и } Z.M. \neq O.P.M., \end{cases}$$

где $O.O., Z.M.$ — области определения и значения моделей; $O.P.M.$ — область представления моделей.

Сравнения производятся на основе критериальных оценок: эквивалентности, подобия и адекватности.

Аналогичным образом создается и программный проект на основе спецификации и определения целостности исходя из критериальных оценок структуры модели и редуцирования.

Предложенная методология имеет широкий спектр применения, в частности в биологии и технике, благодаря накопленному опыту конструирования моделей и инструментария сервисных программ.

Список литературы: 1. Горбатов В. А. Теория частично-упорядоченных систем. М.: Сов. радио, 1976. 336 с. 2. Пешель М. Моделирование сигналов и систем: Пер. с англ. М.: Мир, 1981. 300 с. 3. Классификация и кластер / Под ред. Дж. Вэн Райзина: Пер. с англ. М.: Мир, 1980. 390 с. 4. Моисеев Н. Н. Математические задачи системного анализа. М.: Наука, 1981. 48 с.

Поступила в редколлегию 11.02.98