

# Логико-деонтическая модель информационной системы как объекта стандартизации

А.П. Столбов

**Аннотация.** Рассмотрена модель информационной системы (ИС) как объекта стандартизации, в которой учтены различия деонтического статуса различных требований к ИС. Предложенная модель может использоваться при разработке функциональных профилей ИС, проведении нормативно-технической экспертизы проектов ИС, а также разработке нормативных документов по стандартизации.

**Ключевые слова:** информационная система, стандартизация, деонтическая логика.

С расширением применения компьютерных технологий в разных областях деятельности все более актуальной становится проблема формализованного представления требований к информационным системам (ИС) как объектам стандартизации. В настоящее время для этого используется множество различных нотаций, отличающихся как по своим выразительным возможностям, так и по семантике базовых элементов [1].

Одним из наиболее перспективных подходов к построению моделей объектов стандартизации, формализации и систематизации нормируемых требований является денотационный подход, который называют также математической семантикой [1, 2]. В основе данного подхода лежит описание моделей объектов и процессов традиционными для математики средствами – в терминах некоторой совокупности множеств, отношений и отображений, а также формальной, в частности, модальной деонтической логики [3]. Это позволяет получать строгие и непротиворечивые описания достаточно сложных объектов стандартизации и предъявляемых к ним требований.

Рассмотрим общие идеи и основные приемы применения денотационного подхода при раз-

работке стандартов и функциональных профилей ИС и их использовании в практической деятельности.

Объект стандартизации представляется в виде некоторой совокупности показателей, характеризующих его свойства и качества, требования к которым подлежат нормированию. Исходя из этого, стандарт представляет собой формализованную информационную модель объекта стандартизации, в которой в том или ином виде специфицированы требования к определенным свойствам объекта, в данном случае – к информационной системе.

Построим формальную модель системы стандартов, устанавливающих нормативные требования к объектам стандартизации определенного класса, на основе использования модальной деонтической логики.

Пусть  $ST = \{f\} = StC \cup StR_p \cup StR_o \cup StN \cup StF$  – определенные в стандартах требования  $f$  к свойствам объектов класса  $G$ , разбитые в соответствии с их деонтическим статусом на непесекающиеся подмножества:

$StC$  – "обязательно" ( $\wedge C.$ );  $StR_p$  – "рекомендовано" ( $\wedge R.$ );  $StR_o$  – "разрешено" ( $\wedge P.$ );  $StN$  – "не рекомендовано" ( $\wedge W.$ );  $StF$  – "запрещено" ( $\wedge F.$ ), здесь и далее нижние индексы "P" и "O"

обозначают, соответственно, подмножества перспективных и морально устаревших требований или свойств. В скобках указаны обозначения логических операторов соответствующих деонтических модальностей, точка справа используется для отделения оператора от переменной.

Заметим, что и StC и StF определяют обязательные требования, однако в первом случае деонтический статус  $\wedge C.f$  означает предписание обязательно реализовать  $f$ , а во втором –  $\wedge F.f$ , наоборот, запрещает наличие свойства  $f$  в  $G$ .

В общем случае свойство (характеристика) объекта стандартизации  $G$  может быть представлено несколькими непротиворечивыми требованиями  $f$ , имеющими различный деонтический статус в зависимости от условий, при которых их реализация возможна и/или целесообразна.

Деонтический статус требования (свойства) устанавливается исходя из правовых норм, функциональных факторов, условий применения (контекста) и стоимости реализации. Например, для ИС обязательные требования и запреты определяются, как правило, необходимостью обеспечения интероперабельности, открытости, совместимости, переносимости и/или институционально установленными ограничениями, связанными с защитой конфиденциальной информации от несанкционированного доступа.

"Непересекаемость" подмножеств означает, что одно и то же требование  $f \in ST$  может быть непротиворечиво представлено только в одном из подмножеств:

$$\forall f \in ST: (\exists! StX: f \in StX),$$

где  $StX = \langle StC \mid StR_p \mid StR_o \mid StN \mid StF \rangle$ ; здесь  $\exists!$  – квантор "существует один и только один"; символ "|" означает "один из ..." элементов множества, заданного в угловых скобках  $\langle \dots \rangle$ .

Селектированным требованиям стандартов в общем случае соответствует подмножество  $StC \cup StR_p$ , симплифицированным –  $StF \cup StN$ .

Возможное моральное старение обязательных требований и запретов из  $StC \cup StF$  обычно связано с отставанием стандартов от институционально установленных ограничений. Полагаем, что требования со статусом "не рекомендовано" морально не устаревают. Поэтому здесь мы не дифференцируем и не рассматриваем нормативные требования из StC, StN и StF от-

носительно критериев "перспективно" и "морально устарело".

Характеристика стандарта (или свойства) как "морально устаревшего" относительно требования  $\wedge R.f$  формально означает, что существует более рациональная реализация этого требования, отличная от предусмотренного ST. Применение "перспективного" стандарта, наоборот, и сейчас и в ближайшем будущем оценивается как дающее в общем случае наибольший положительный эффект.

Исходя из этого, формальные критерии, соответствующие характеристикам "перспективно" и "морально устарело", представим в виде предикатов

$$Pr_p(f) \equiv \forall q \in KN: S.q = S.f \ \& \ r(q) \neq r(f): (v(r(q)))_t > v(r(f))_t \ \& \ v(r(q))_{t+T} > v(r(f))_{t+T};$$

$$Pr_o(f) \equiv \exists q \in KN: S.q = S.f \ \& \ r(q) \neq r(f): (v(r(q)))_t < v(r(f))_t \ \& \ v(r(q))_{t+T} < v(r(f))_{t+T};$$

здесь и далее  $r(\dots)$  обозначает некоторую реализацию требования; выражение  $S.q = S.f \ \& \ r(q) \neq r(f)$  означает, что содержательно идентичные требования  $f$  и  $q$  реализованы по-разному;  $KN$  – множество известных, потенциально воспроизводимых (тиражируемых) технических решений (образцов, реализаций и т.д.), которые характеризуют современный научно-технический уровень в данной области;  $v(\dots)_t$  – оператор (функция) оценки стоимости реализации требования в текущий момент времени ( $t$ ) и с учетом прогноза ( $t+T$ ) на период  $T$ .

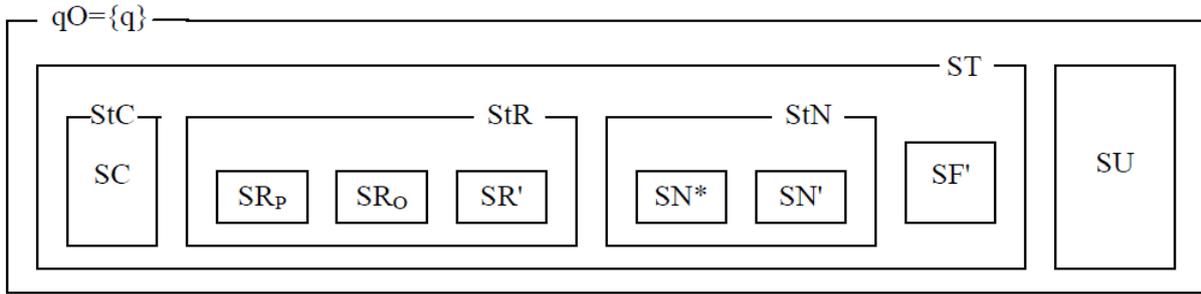
Тогда подмножества перспективных и морально устаревших требований формально можно представить как

$$StRP = \{f \mid \wedge R.f \in ST \ \& \ Pr_p(f)\};$$

$$StRO = \{f \mid \wedge R.f \in ST \ \& \ Pr_o(f)\};$$

Данные выражения специфицируют формальные критерии, определяющие понятия "перспективно" и "морально устарело" относительно норм и требований стандартов, которые могут использоваться при построении соответствующих лингвистических шкал и проведении нормативно-технической экспертизы как проектов создаваемых объектов (ИС), так и самих стандартов.

На основе описанной выше модели совокупности стандартов ST построим модель артефак-



Деонтическая модель информационной системы как объекта стандартизации

та – результата проектно-инженерной деятельности по созданию объекта с заданными свойствами, например, информационной системы как объекта стандартизации.

Предварительно поясним используемые ниже обозначения. Применение логических операторов  $\wedge$ ,  $\vee$ ,  $\neg$  и  $\rightarrow$  к  $r(\dots)$  означает, что рассматриваются требования к их реализации с соответствующим деонтическим статусом; запись  $S.q=S.f \ \& \ r(q)=r(f)$  означает, что  $q$ , содержание которого идентично  $f \in ST$ , реализовано так, как это предусмотрено  $ST$ ; запись  $r(q) \neq r(f)$  – реализация требования  $q$  отлична от предусмотренного  $ST$ ; для случаев  $\wedge P.r(f \in ST)$  и  $\wedge F.r(f \in ST)$  это означает, что  $q$  реализовано иначе, чем это "не рекомендовано" или "запрещено"  $ST$ , то есть в соответствии со стандартом.

Любой объект  $G$ , в том числе информационная система и ее компоненты, относительно совокупности стандартов  $ST$ , может быть представлен в виде множества требований  $q$  (диаграмма Венна на рисунке)

$$qO = \{q\} = SC \cup SR_p \cup SR_o \cup SR' \cup SN^* \cup SN' \cup SF' \cup SU,$$

включающего непересекающиеся подмножества  $SC \cup SR_p \cup SR_o \cup SR' \cup SN^* \cup SN' \cup SF' \subseteq ST$  реализованных в  $G$  свойств, характеризуемых параметрами, относительно которых в  $ST$  установлены требования с различным деонтическим статусом. Здесь

$SC$  – совокупность реализованных в  $G$  свойств, соответствующих полному множеству обязательных требований стандартов  $ST$ , независимо от их перспективности или возможного морального старения

$$SC = \{q \mid S.q = S.f \ \& \ ^C.f \in ST \ \& \ r(q) = r(f)\} = StC;$$

$SR_p$  – реализованные в  $G$  свойства, требования к которым имеют в  $ST$  рекомендательный характер и оцениваются как перспективные; при этом в общем случае в  $G$  могут быть реализованы не все требования из  $StR_p$ , то есть

$$SR_p = \{q \mid q \in qO: S.q = S.f \ \& \ r(q) = r(f) \ \& \ Pr_p(\wedge R.f \in ST)\} \subseteq StR_p;$$

$SR_o$  – реализованные в  $G$  рекомендованные  $ST$  требования, которые оцениваются как морально устаревшие

$$SR_o = \{q \mid q \in qO: S.q = S.f \ \& \ r(q) = r(f) \ \& \ Pr_o(\wedge R.f \in ST)\} \subseteq StR_o;$$

$SR'$  – требования, имеющие в  $ST$  рекомендательный характер, которые реализованы в  $G$  иначе, чем это предусмотрено в  $ST$ , то есть

$$SR' = \{q \mid q \in qO: S.q = S.f \ \& \ \wedge R.f \in ST \ \& \ r(q) \neq r(f)\} \subseteq StR_p \cup StR_o;$$

$SN^*$  – множество реализованных в  $G$  требований, не рекомендованных  $ST$ , такое что

$$SN^* = \{q \mid q \in qO: S.q = S.f \ \& \ \wedge P.r(f \in ST) \ \& \ r(q) = r(f)\} \subseteq StN;$$

эта ситуация, например, может быть связана с проблемой так называемых "унаследованных" систем или отсутствием необходимых ресурсов;

$SN'$ ,  $SF'$  – множества требований к необходимым свойствам  $G$ , такие что:

- для них в  $ST$  определены технические решения, не рекомендованные или запрещенные для применения, и

- они реализованы в  $G$  отличным от указанного в  $ST$  образом, то есть

$$SN' = \{q \mid q \in qO: S.q = S.f \ \& \ \wedge P.r(f \in ST) \ \& \ r(q) \neq r(f)\} \subseteq StN;$$

$$SF' = \{q \mid q \in qO: S.q = S.f \ \& \ \wedge F.r(f \in ST) \ \& \ r(q) \neq r(f)\} \subseteq StF;$$

иными словами,  $SN'$  и  $SF'$  также определяют те свойства  $G$ , которые реализованы в соответствии с требованиями стандартов  $ST$ ;

$SU = \{q \mid q \in qO \ \& \ q \notin ST\}$  – требования к свойствам объекта, параметры которых не зафиксированы в ST.

Описанная дифференциация требований по двум, в общем случае ортогональным, параметрам – "деонтический статус" и "прогнозируемая перспективность" – на практике позволяет:

- достаточно просто классифицировать требования к проектируемой системе, что, в свою очередь, упрощает их формализацию и проверку непротиворечивости;

- однозначно идентифицировать эти требования в пространстве стандартов, тем самым способствуя формированию полного и непротиворечивого функционального профиля системы.

На основе представленных выше определенных построим формальные критерии невыполнения стандартов, которые целесообразно соотносить со следующими типичными случаями:

- в  $G$  реализованы не все обязательные требования ST

$\exists^C.f \in ST: f \notin qO$  или, иначе  $(SC \setminus StC) \neq \emptyset$ ;

- реализация  $G$  приводит к наличию у него запрещенных ST свойств  $f$

$\exists^F.f \in ST: f \in qO$  или, иначе  $(StF \cap qO) \neq \emptyset$ ;

в) в реализации  $G$  используются запрещенные ST технические решения  $q$

$qO \supset \{q \mid q \in qO: S.q = S.f \ \& \ ^F.f \in ST \ \& \ r(q) = r(f)\} \neq \emptyset$ .

Перечисленные случаи ортогональны, поэтому на практике возможны их различные сочетания.

Таким образом, предложенные выше формальные определения и модели могут использоваться:

а) для систематизации и спецификации требований к объектам, в том числе при формировании функциональных профилей ИС;

б) для построения эталонных моделей объектов стандартизации и комплементарных

стандартов – совокупностей взаимно дополняющих стандартов, удовлетворяющих требованиям полноты и достаточности;

в) в качестве критериев конформности объектов требованиям стандартов, а также для систематизации этих критериев;

г) для разработки процедур и алгоритмов аттестационного тестирования ИС, систематизации состава тестов и упорядочивания их структуры, а также идентификации профиля тестирования в пространстве требований стандартов и технического задания;

д) при разработке информационно-поисковых языков для репозитариев нормативно-технических документов, а также построения соответствующих тезаурусов и онтологий.

Описанные выше приемы формализации имеют достаточно общий характер и практически не зависят от предметной области. Опыт разработки и использования стандартов в системе здравоохранения и обязательного медицинского страхования [3] на основе денотационного подхода показывает его эффективность и универсальность – возможность применения для построения моделей самых разных объектов стандартизации, в том числе эргатических и организационных систем, технологических процессов, административных регламентов, профессиональных стандартов и т.д.

## Литература

1. Деметрович Я., Кнут Е., Радо П. Автоматизированные методы спецификации /Пер. с англ.– М.: Мир, 1989. – 115 с.
2. Лавров С.С. Программирование. Математические основы, средства, теория. – СПб.: БХВ-Петербург, 2001. – 320 с. ил.
3. Столбов А.П., Тронин Ю.Н. Информатизация системы обязательного медицинского страхования: Учебно-справочное пособие. – М.: "Издательство ЭЛИТ", 2003. – 558 с.

**Столбов Андрей Павлович.** Заместитель директора Медицинского информационно-аналитического центра РАМН (г. Москва), доктор технических наук, профессор кафедры организации здравоохранения с курсом медицинской статистики и информатики Московской медицинской академии им. И.М. Сеченова. Окончил Высшее военно-морское училище радиоэлектроники им. А.С. Попова в 1974 году. Автор более 130 научных работ. Область научных интересов: медицинская информатика, стандартизация в области ИТ. E-mail: [ap100lbov@mail.ru](mailto:ap100lbov@mail.ru).