

К.И. Шахгельдян
**КОРПОРАТИВНАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СРЕДА: ПОДХОД,
ОСНОВАННЫЙ НА ПОНЯТИЯХ**

Владивостокский государственный университет экономики и сервиса
carinash@vvsu.ru

Введение

Главная цель корпоративной информационной среды (КИС) университета – это обеспечение эффективного использования информационно-телекоммуникационных ресурсов в бизнес-процессах вуза и его управлении. КИС состоит из информационной инфраструктуры, данных, приложений, обрабатывающих эти данные, и пользователей, оперирующих этими приложениями.

Основной концепцией построения КИС вуза является идея интеграции. Аспекты интеграции, которые необходимо рассматривать при построении КИС – это интеграция данных, приложений и бизнес-процессов.

КИС, согласно общей теории сложности [1], в полной мере относится к сложным системам. Одна из проблем сложных информационных систем – это проблема сопровождения, которая в КИС связана с обеспечением качественной информации, с поддержкой модификации моделей данных и информационных систем и с поддержкой часто меняющихся бизнес-процессов вуза. Плохо управляемая среда в определенный момент становится не двигателем и поддержкой прогресса, а его стопором. Поэтому сопровождение системы - ее способность поддерживать быструю смену контингента пользователей, своевременную автоматизацию изменений в существующих бизнес-процессах и вновь появившихся процессов выходит на первый план вопросов развития КИС.

Существуют подходы, которые направлены на решения этих проблем, в частности, – это концепция интеграции бизнес-процессов (Business-processes Management BPM) [2]. Но в настоящее время BPM-системы не решают проблем сопровождение в необходимой мере.

Подход к КИС, основанный на понятиях

Для того, чтобы КИС быстро и адекватно реагировала на изменяющиеся бизнес-процессы деятельности вуза, чтобы была действительно необходимым инструментом сотрудников и студентов, КИС должна быть управляема, настраиваема бизнес-аналитиками, т.е. специалистами предметниками, а не только программистами и администраторами. Для этого необходимо, чтобы КИС оперировала терминами предметных областей деятельности вуза [3].

Для этого КИС можно представить как *совокупность автоматизированных бизнес-процессов, оперирующих понятиями*

предметной области. К понятиям предметной области относятся, например, *Сотрудник, Организация, Подразделение, Адрес, Студент, Дисциплина, Информационный ресурс, Телефон, Аудитория, Здание, Пластиковая карта, Договор, Тест, Расписание* и т.п. Эти понятия используются специалистами-предметниками – учебным управлением, деканатами и кафедрами, управлением планирования и бухучета, управлением персоналом и т.д. Понятия области информационных технологий (ИТ) *Сервер, База данных, Пользователь, Проект, Роль, Фильтр, Атрибут, Таблица, Метод, Параметр, Компонент* и т.п. так же являются частью КИС. Эти понятия используются ИТ-специалистами.

Понятие включает атрибуты, другие понятия и методы. Атрибуты и агрегированные понятия определяют внутреннее содержание понятия. Одно и то же понятие может быть агрегированным в несколько разных понятий.

Между понятиями могут существовать отношения типа агрегации, когда понятие включает другие понятия. Между понятиями могут существовать отношения ассоциации, когда понятия ассоциируются друг с другом.

Понятие в большинстве случаев имеет проекцию на область базы данных, т.е. оно связано с некоторой таблицей или представлением. Одно понятие обычно имеет одну базовую таблицу или представление. Но полное описание понятия может включать несколько таблиц. Атрибуты отображаются на переменные примитивных типов и обычно хранятся в базовой таблице понятия, являясь одним из полей этой таблицы (или представления). Агрегированные понятия хранятся в таблице (или представлении), не совпадающей с базовой.

Понятия могут взаимодействовать друг с другом. Например, *Студент учится по Учебному плану, Преподаватель ведет занятия по Дисциплине, Учебный план состоит из Дисциплин, Сотрудник живет по Адресу, Аудитория расположена в Здании* и т.п.

Описание всех понятий КИС хранится в обобщенном репозитории метаданных (ОРМД). Понятия отличаются друг от друга по имени, в рамках КИС (или точнее в рамках ОРМД КИС) имя понятия должно быть уникальным. Обязательным атрибутом понятия является уникальный идентификатор экземпляра понятия.

Связи между понятиями могут осуществляться на логическом и физическом уровне. Если связь между понятиями определена на уровне СУБД (в реляционных базах данных используется для этой цели концепция внешних ключей), то это физическая связь, если связь между понятиями определяется на уровне логики программ, работающих с понятиями, то такая связь называется логической. Так как таблицы, связанные с понятиями, могут располагаться на разных серверах баз

данных, то невозможно использовать средства СУБД, чтобы описать эти связи, и в этом случае связь всегда будет логической.

Определены связи между понятиями 3-х типов:

1. связь один к одному подразумевает, что понятие A связано только с одним экземпляром понятия B ;
2. связь один ко многим подразумевает, что понятие A может быть связан с несколькими экземплярами понятия B ;
3. наследование подразумевает, что понятие B содержит все те же атрибуты, что и понятие A .

Связи между понятиями описываются указаниями на левый и правый источник связи (A и B), источник данных, в котором осуществляется связь, атрибуты связи, по которым сопоставляется понятия A и B , условия связи. При наличии дополнительных атрибутов у связи описывается понятие, которое содержит атрибуты связи между понятиями. Условия связи определяются по условиям, накладываемым на атрибуты. Такие условия можно использовать, когда в одном источнике связывается понятие A с понятиями B или C в зависимости от некоторого атрибута связи.

В ОРМД должны быть представлены как физические, так и логические связи. При этом физические связи получаются автоматически из метаописания СУБД и только дополняются администратором, а логические - вручную прописываются администратором ОРМД.

Логические отношения между понятиями

Логические отношения между понятиями (связи между понятиями на логическом уровне) могут быть контекстно-зависимые и контекстно-независимые. Контекстно-независимые отношения являются статическими и не изменяются во время работы с экземплярами понятий. Это означает, что если понятие A связано с понятием B , то A и B логически связаны все время своего существования.

Контекстно-зависимые отношения позволяют определить связи между понятиями, зависящие от атрибутов понятия. Т.е. в зависимости от значения одного или нескольких атрибутов понятия A , он будет связан с одним из понятий некоторого множества понятий $B = \{B_i\}_{i=1}^M$. Контекстно-независимые отношения – это отношения между понятиями, а контекстно-зависимые – это в большей степени отношения между экземплярами понятий.

В связи с контекстно-зависимыми отношениями необходимо определить абстрактное понятие. Понятие B , агрегированное в понятие A , называется *абстрактным*, если оно не связано ни с какой таблицей или представлением, и всегда заменяется на другие понятия, при работе с экземпляром понятия A .

В общем случае понятие A , содержит атрибут C и абстрактное понятие B , которое может быть заменен на один из элементов множества $D = \{D_i\}_{i=1}^N$, в зависимости от атрибута C .

$$A \rightarrow B = \begin{cases} D_1, A \rightarrow C \in S_1 \\ D_2, A \rightarrow C \in S_2 \\ \mathbf{M} \\ D_N, A \rightarrow C \in S_N \end{cases}, \text{ или } A \rightarrow B = \{D_i, A \rightarrow C \in S_i\}_{i=1}^N \quad (1)$$

Здесь S_i - это множество допустимых значений атрибута C . Понятие D_i является частью некоторого понятия P . В этом случае понятия A и P связаны контекстно-зависимой связью.

Атрибуты понятия

Атрибуты понятия обычно связаны с базовой таблицей понятия, но могут располагаться и отдельно. Для обеспечения возможности настраивать информационные системы пользователям КИС необходимо рассмотреть *виртуальный атрибут*.

Виртуальный атрибут – это атрибут, не имеющий прямой проекции на область баз данных. Т.е. с виртуальным атрибутом не сопоставляется единственное поле некоторой таблицы. Виртуальный атрибут, это характеристика понятия, которая является результатом некоторого выражения. Выражение может использовать одно или несколько полей (атрибутов), результатом имея одну характеристику.

Например, понятие *История обучения студента* имеет атрибутами даты начала и окончания связи студента с учебной программой в рамках одного статуса (обучение/академический отпуск/отчислен по окончанию/отчислен по неуспеваемости и т.п.). Во многих отчетах необходимы не даты начала и конца связи студента с учебной программой, а учебный год, в который связь имела место. Например, число студентов, обучающихся на специальности «Экономика и управление» в 2000/2001 уч. году. В такой ситуации необходимо добавить виртуальный атрибут, описывающий учебный год связи. В приведенном примере два реальных атрибута дата начала и окончания связи могут транслироваться в один виртуальный атрибут – учебный год.

Понятия и управление бизнес-процессами

Для управления бизнес-процессами (БП) внутри приложения необходимо разработать схему управления БП на основании понятий и атрибутов. ОРМД содержит не только описания понятий, которые используются в управлении БП, но и описания БП и схем его функционирования.

Целью такого подхода является создание инструмента, который бы позволил бизнес-аналитикам, специалистам предметникам самими

формировать БП, определять порядок и условия следования действий в БП, а так же задавать бизнес-правила. Такой подход позволяет своевременно реагировать на изменения БП в системах их управления, а так же позволяет разработчикам КИС создавать новые информационные системы.

Введем понятие *элементарный бизнес-процесс*. Элементарные БП реализуют простую логику, которая реализована в программах, процедурах, методах серверных компонент или как-то иначе. Элементарные БП описаны в ОРМД.

Пользователи КИС могут формировать составные БП, состоящие из элементарных БП. В общем случае составные БП состоят из других составных БП и элементарных БП. Понятие «состоять из» означает, что внутри составного БП элементарные и другие составные БП могут выполняться последовательно или параллельно.

Последовательность действий может управляться блоком условий. Они могут комбинироваться по «И», «ИЛИ» или «Не». В условиях используются понятия КИС и их атрибуты.

Определим блок условий как

$$F = \{f_k : A \rightarrow C_i^{(k)} \in S_i^{(k)}\}_{k=1}^M \quad (2)$$

где f_k - k -ое условие в блоке. В большинстве случаев $S^{(k)}$ - это экземпляры некоторого понятия, обычно связанного со справочником КИС. Но для атрибутов так же определены операции меньше или больше некоторой величины (операция равно попадает под условие (2)). Отношения определены не только для числовых, но и для строковых значений.

Доступ к элементарным БП внутри составного БП определены для ролей пользователей проектов. Это означает, что пользователь, который имеет роль может или должен выполнить действие, определенное элементарным БП.

Когда некоторый БП вуза изменяется должны быть изменены и составные БП. В некоторых случаях требуется разработка новых элементарных БП. Новые элементарные БП описывают в ОРМД. В определенных случаях изменения БП приводит к необходимости вводить новые понятия, тогда от администратора КИС требуется описание этих новых понятий в ОРМД с привязкой к новым таблицам и представлениям.

Реализация элементарных БП выполняется как разработчиками, так и в отдельных простых случаях бизнес-аналитиками. Использование БП, создание составных БП, определение условий выполняется бизнес-аналитиком.

Важной характеристикой БП является время. Для каждого элементарного БП может быть указан:

1. абсолютный одноразовый срок исполнения
2. абсолютный периодический срок исполнения

3. относительный одноразовый срок исполнения
4. относительный периодический срок исполнения.

Проверка условий

Условия, описанные в ОРМД, используются в двух основных местах:

1. для определения контекстно-зависимых отношений между понятиями;
2. для определения бизнес-правила, согласно которому будет следовать схема бизнес-процесса.

И в том и в другом случае важными вопросами являются вопрос о полноте и непротиворечивости условий. Условия (1) и (2) описаны в ОРМД, который должен поддерживать непротиворечивость и полноту множества условий.

Сначала рассмотрим случай для условий в контекстно-зависимых отношениях с использованием единственного атрибута в условии. Пусть S - это полное множество всех возможных значений атрибута C . S_i - это множество допустимых значений атрибута C , при котором выбирается элемент D_i . Непротиворечивость в этом случае означает, что

$$\bigcap_{i=1}^N S_i = \emptyset. \quad (3)$$

Полнота же определяется следующим соотношением

$$S = \bigcup_{i=1}^N S_i. \quad (4)$$

Выражения (3) и (4) могут быть легко проверены специализированными процедурами и при нахождении ошибок организовано извещение администратора КИС.

Выражение (1) описывает условие, в котором контекстно-зависимые отношения определяются единственным атрибутом C . В более общем случае, отношения могут определяться несколькими атрибутами $\{C^{(k)}\}_{k=1}^M$. Между атрибутами допустимы объединения по «И» и «Или», а так же разрешено отрицание «Не». Проверка непротиворечивости связи усложняется.

Условие (3) не выполняется: $\exists k, \bigcap_{i=1}^N S_i^{(k)} \neq \emptyset$, где $S_i^{(k)}$ - это подмножество допустимых значений для $C^{(k)}$ атрибута в i -ом условии.

Выражение (4) по отдельному атрибуту выполняется в случае, если в каждом условии описаны ограничения для всех атрибутов:

$$\forall k, S^{(k)} = \bigcup_{i=1}^N S_i^{(k)}, \quad (5)$$

где $S^{(k)}$ - множество всех допустимых значений атрибута $C^{(k)}$. Но из выражения (5) не следует полноты для всей выборки данных.

Если в некотором условии нет описания ограничений для одного из атрибутов, то в этом случае выражение (5) выполняется, так как отсутствие ограничений для атрибута означает включение всех допустимых значений $S^{(k)}$ для атрибута $C^{(k)}$.

Существуют два способа проверить полноту и непротиворечивость условий (1) и (2) для случая с множеством атрибутов.

Самым простым является способ наложения условий $F = \{f_i, i = \overline{1, N}\}$ на все множество экземпляров понятия $A = \{a_j, j = \overline{1, L}\}$ и анализ полученных подмножеств $Y = \{y_i, i = \overline{1, N}\}$, где $y_i = \{a_j, 1 \leq j \leq L\}$ - подмножество экземпляров понятия, полученных при наложении f_i - условия.

$$F \otimes A = \bigcup_{i=1}^N [f_i \otimes A] = \bigcup_{i=1}^N y_i$$

Проверка корректности условий f_i выполняется на основании двух соотношений

$$\bigcup_{j=1}^N y_j = A \quad (6)$$

$$\bigcap_{k=1}^N y_j = \emptyset \quad (7)$$

Соотношение (6) описывает свойство полноты заданных условий, соотношение (7) определяет их непротиворечивость (так как одно и то же понятие не может попасть в подмножества, полученные при разных условиях).

Лучшим решением будет выполнения проверки собственно условий f_i без привлечения текущего состояния множества экземпляров понятия A . Это обеспечит гарантию корректности условия при появлении в множестве A новых экземпляров, а так же при изменении значений атрибутов в существующих экземплярах множества A .

Пусть в условиях f_i участвуют атрибуты некоторого понятия $\{x^{(k)}, k = \overline{1, M}\}$. Для контекстно-зависимой связи между понятиями, атрибуты $x^{(k)} = A \rightarrow C^{(k)}$. Для организации блока условий в бизнес-процессе эти атрибуты могут принадлежать не только понятию A , но и другому понятию.

Условия f_i можно представить в виде дизъюнктивной нормальной формы (ДНФ)

$$f_i = \mathbf{U}(\mathbf{I} x_l^{(k)}), \forall i \leq N, k = \overline{1, M}, l = \overline{1, Q_k}, \quad (8)$$

где $x_l^{(k)}$ - l -ое значение атрибута $x^{(k)}$ из набора допустимых значения для этого атрибута (число допустимых значения Q_k).

Мы можем составить наборы всех возможных ДНФ на всех возможных допустимых значениях атрибутов.

$$f_i' = \left(\prod x_i^{(k)} \right)_{i = \overline{1, P}, l = \overline{1, Q_k}, k = \overline{1, M}, P = Q_1 \times Q_2 \times \mathbf{K} \times Q_M}$$

Рассмотрим отдельные члены ДНФ (8) $f_i'' = \prod x_i^{(k)}, i = \overline{1, J}, J \geq M$, где J – определяет число слагаемых во всех условиях в (8), i - в данном случае определяет слагаемое ДНФ на всем возможном множестве значений.

Очевидно, что $\{b_k'', k = \overline{1, J}\} \subseteq \{b_k', k = \overline{1, P}\}$. Критерием полноты условий является

$$\{b_k'', k = \overline{1, J}\} \equiv \{b_k', k = \overline{1, P}\} \quad (9)$$

Критерий (9) означает, что условия, которые описывают движение в БП или определяет контекстно-зависимые отношения, будут корректными, если слагаемые ДНФ полностью покрываются всеми возможными случаями конъюнкции атрибутов.

Критерий непротиворечивости соответствует тому, что среди $\{b_k'', k = \overline{1, J}\}$ нет повторяющихся элементов, т.е.

$$\forall k, j, 1 \leq k, j \leq J, k \neq j, b_k'' \neq b_j'' \quad (10)$$

Таким образом, бизнес-аналитик создавая условия, всегда может проверить корректность заданных условий по соотношениям (9) и (10).

Реализация ОРМД

Во Владивостокском государственном университете экономики и сервиса разработана КИС [3], важным элементом которой в последний год стал ОРМД, построенный на базе модели, рассмотренной в этой работе. С помощью ОРМД реализованы системы планирования учебным процессом и система управления бизнес-процессами, а так же системы поддержания качества информации.

Качество информации определяется актуальностью, непротиворечивостью, полнотой, достоверностью. В КИС, где используются различные СУБД, серверы и архитектуры, для обеспечения этих характеристик требуются специализированные процедуры, использующие описания связей между понятиями и данные о проекциях понятий на область ИТ. ОРМД позволяет специалистам предметникам изменять и вводить новые понятия, изменять бизнес-процессы в КИС.

В качестве примера контекстно-зависимых отношений в КИС ВГУЭС можно рассмотреть описание пользователей КИС. Пользователями КИС являются – студенты, сотрудники, внешние пользователи, бывшие студенты, бывшие сотрудники, проекты и серверные компоненты. В зависимости от категории пользователя сведения о нем хранятся в различных базах данных на различных серверах. В описании контекстно-зависимой связи между понятиями *пользователь* и *Студент*, *Сотрудник* и т.д. должны быть зафиксированы все категории и связанные с ними понятия.

Если в КИС необходимо ввести новый тип пользователей, например, работодатель, то для этого описывается новое понятие *Работодатель*, определяется источник данных и методы извлечения. Все остальные информационные системы КИС не меняются.

В качестве примера формирования блока условий составного БП можно рассмотреть процесс формирования дисциплин. В зависимости от атрибутов дисциплины { *форма обучения; уровень образования; технология образования* } пути следования в БП создания, согласования и утверждения дисциплины будут различными. В описании блока условий в ОРМД должны быть зафиксированы явно или косвенно все сочетания из

форма обучения × уровень образования × технология образования.

Например, все дисциплины очной формы, высшего образования по стандартной технологии требуют согласования заведующего кафедрой, декана, начальника учебного отдела и проректора по учебной работе. В тоже время для дисциплины очной формы, среднего образования по стандартной технологии требуется только подпись директора колледжа.

Описания понятий, атрибутов и БП в ОРМД позволяет бизнес-аналитикам самостоятельно формировать правила согласования и утверждения в зависимости от атрибутов дисциплины.

Список литературы

- [1] Урманцев Ю.А. Общая теория систем: состояние, приложения и перспективы развития//Система, Симметрия, Гармония. М., Мысль, 1988, с.38-124
- [2] Черняк Л. ВМР – близкие перспективы и далекие горизонты//Открытые системы.- 2004.-№ 11–с. 23-29
- [3] Михайлов С. КИАС: слагаемые успеха при создании и внедрении//СЮ.-2004.-№4
- [4] Крюков В.В., Шахгельдян К.И. Информационные технологии в управлении вузом.//Университетское управление: практика и анализ.- 2005.- №2- с. 85-94