

ИДЕНТИФИКАЦИЯ СЛАБОСТРУКТУРИРОВАННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ СИСТЕМНЫХ МОДЕЛЕЙ И АППАРАТА ТЕОРИИ КАТЕГОРИЙ

А. А. БАРМИН¹, Г. В. СТАРЦЕВ², Г. Г. КУЛИКОВ³, С. Ф. БАБАК⁴

¹abarmin@outlook.com, ²startsev@gmail.com, ³gennadyg_98@yahoo.com

ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный авиационный технический университет» (УГАТУ)

Поступила в редакцию 01.11.2013

Аннотация. Предложена классификация информационных ресурсов по степени структурированности, предложена методика идентификации информационных ресурсов на основе онтологического подхода. Предложенная методика может быть реализована с использованием информационно-поисковых систем. В статье также доказано наличие категории над комплектом системных моделей, а также наличие функтора между моделями и экземплярами бизнес-процессов, что говорит о справедливости выводов, сделанных на моделях процессов для экземпляров процессов.

Ключевые слова: бизнес-процесс; системная модель; теория категория; информационно-поисковые системы.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время сформированы и применяются базовые принципы для формирования и развития информационного общества. Условиями его формирования являются:

- наличие информационной инфраструктуры, состоящей из большого числа разнородных информационных ресурсов как хранилищ данных и знаний;
- массовое применение персональных компьютеров, подключенных к высокоскоростным сетям передачи данных.

Эти условия по изоморфным правилам позволяют сформировать требования для отдельных информационных систем на последующих уровнях [1].

Любая информационная система включает в себя прежде всего слабоструктурированное информационное пространство, представляемое в форме распределенных ресурсов, в которых реализуются бизнес-процессы, с использованием указанных ресурсов. Во множестве информационных ресурсов можно выделить внутренние и внешние. Если внутренние ресурсы, как правило, структурированы или слабоструктурированы, и, соответственно, могут быть идентифицированы, то внешние ресурсы относительно внутренних слабоструктурированы или неструктурированы и, соответственно, уникально

не идентифицированы. Кроме того, при взаимодействии внутренних и внешних ресурсов порождаются новые ресурсы, агрегаты ресурсов, которые также требуют идентификации. Очевидно, правила идентификации в этом случае должны быть сформированы на основе логики выполняемых бизнес-процессов.

В этом аспекте бизнес-процесс можно интерпретировать как схему, обеспечивающую прослеживаемость в последовательном применении указанных информационных ресурсов. Это требование известно и стандартизовано в технологических системах. Существуют соответствующие стандарты, которые формулируют условия необходимости идентифицируемости и прослеживаемости в общем случае объектов в системе.

В соответствии с ГОСТ ИСО Р 9001-2011 организация должна идентифицировать продукцию с помощью соответствующих средств на всех стадиях ее жизненного цикла. Также организация должна идентифицировать статус продукции по отношению к требованиям мониторинга и измерений на всех стадиях ее жизненного цикла. Сложность идентификации неструктурированных ресурсов обусловлена наличием различных источников и способов их представления [2].

МЕТОДИКА ИДЕНТИФИКАЦИИ ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ

Информационные ресурсы являются элементами информационного пространства – совокупности результатов семантической деятельности человека, – которое представляется в виде совокупности:

- банков и баз знаний;
- технологий их сопровождения и использования;
- информационных телекоммуникационных систем, функционирующих на основе общих принципов и обеспечивающих информационное взаимодействие организаций и граждан, а также удовлетворение их информационных потребностей.

Таким образом, основными элементами информационного пространства являются:

- информационные ресурсы;
- средства информационного взаимодействия;
- информационная инфраструктура.

Информационные ресурсы, представленные в различных хранилищах, отличаются по степени структурированности. Так, ресурсы, представленные в виде реляционных или нереляционных баз данных, являются наиболее структурированными, так как определены все их атрибуты, в том числе и ключевые. Информационные ресурсы, представленные в форме текстовых файлов, являются неструктурированными и уникально идентифицируются только именем файла. Современные файловые системы позволяют создавать не только иерархические, но и фасетные классификации файлов (поддерживается в файловой системе HFS+ на компьютерах под управлением OS X 10.9 [3]).

Существуют десятки моделей (или языков) представления информационных ресурсов в форме знаний для различных предметных областей. Большинство моделей знаний может быть сведено к следующим классам:

- продукционные модели;
- семантические сети;
- фреймы;
- формальные логические модели.

В данном случае информационные ресурсы идентифицируются с помощью уникального имени, связи между ресурсами устанавливаются с помощью отношений [4].

Таким образом, в каждом из описанных представлений:

- существует класс объектов Obj_C , обладающих общими свойствами;

- между объектами этого класса существуют отношения – реляционные связи в базе данных, семантические связи в базе знаний, отношения категоризации в файловой системе. Эти отношения имеют различную природу и можно сделать вывод о наличии морфизмов $\text{Hom}_C(A, B)$ между объектами $(A, B) \in Obj_C$;

- для каждой пары морфизмов $f \in \text{Hom}(A, B)$ и $g \in \text{Hom}(B, C)$ определена композиция $f \circ g \in \text{Hom}(A, C)$ – объекты информационного пространства связаны и возможен переход от одного объекта к другому, например, с помощью гиперссылок, в этом случае операция композиции ассоциативна;

- для каждого объекта A задан тождественный морфизм $\text{id}_A \in \text{Hom}(A, A)$ – объекты информационного пространства идентифицируемы и могут быть получены непосредственно по идентификатору [5].

На основе изложенных выше положений можно сделать вывод о существовании категории над множеством объектов и связей информационного пространства (объекты и связи информационного пространства – граф информационного пространства).

Множество информационных ресурсов организации представим в виде подмножеств структурированных, слабоструктурированных и неструктурированных информационных ресурсов:

$$D = (D_S \cup D_H \cup D_U), \quad (1)$$

где D – множество информационных ресурсов информационного пространства, D_S – подмножество структурированных информационных ресурсов, D_H – подмножество слабоструктурированных информационных ресурсов, D_U – подмножество неструктурированных информационных ресурсов.

Подмножество структурированных информационных ресурсов можно представить в виде модели в нотации IDEF1X. В этом случае информационные ресурсы являются сущностями, а отношения между ними – связями. Сущности имеют уникальное имя и содержат ключевые и неключевые атрибуты. Ключевые атрибуты однозначно идентифицируют каждый экземпляр сущности в рамках информационного пространства, что позволяет отследить его положение в бизнес-процессе.

Модель структурированного информационного пространства можно представить в виде

ориентированного графа, где узлами выступают сущности, а дугами – отношения между ними:

$$D_S = (E_d, R_d), \quad (2)$$

где E_d – множество сущностей предметной области, R_d – множество отношений между сущностями.

Каждая сущность в структурированном информационном пространстве представляется в виде уникального имени и совокупности атрибутов:

$$E_d^i = (n, A_k, A_d), \quad (3)$$

$$A = A_d \cup A_k,$$

где n – наименование сущности, A – атрибуты сущности: A_d – неключевые атрибуты сущности, A_k – ключевые атрибуты сущности.

Слабоструктурированные информационные ресурсы содержат в себе структурированную и неструктурированную части. Структурированная часть информационного ресурса может быть представлена в виде информационной модели, неструктурированная часть – в форме онтологии:

$$D_H = (D_S \cup O), \quad (4)$$

где D_H – слабоструктурированный информационный ресурс, D_S – структурированная часть информационного ресурса, O – представление неструктурированной части в форме онтологии.

Модель онтологии имеет вид:

$$O = (T, R, F), \quad (5)$$

где O – онтология, T – термины предметной области, которые определяют онтологию O , R – конечное множество отношений между терминами предметной области, F – конечное множество функций интерпретации заданных на терминах или отношениях онтологии O .

Неструктурированные информационные ресурсы целиком представляются в виде онтологии.

Для представления неструктурированных информационных ресурсов с помощью онтологии необходимо определить термины предметной области. Термины можно выделить путем индексирования всех информационных ресурсов или из тезауруса моделей бизнес процессов, выполняющихся в информационном пространстве.

Тезаурус представляет собой множество упорядоченных пар терминов предметной области $t_i \in T$ и их описаний $d_i \in Desc$, $i = 1..N$:

$$Thes = \{(t_i, d_i)\}, \quad (6)$$

где T – множество терминов предметной области; $Desc$ – множество описаний терминов предметной области.

В тезаурус модели бизнес-процесса входят термины всех входных и выходных данных, нормативных документов и механизмов, участвующих в бизнес-процессе. На основе терминов предметной области формируется базис информационного пространства, в рамках которого могут быть идентифицированы неструктурированные ресурсы.

Классификацию неструктурированных информационных ресурсов можно провести на основе терминов, присутствующих в них. Стоит отметить, что классификация вариативна в зависимости от выбранных признаков классификации, но может быть сужена за счет использования моделей бизнес-процессов в качестве основания для классификации. В этом случае информационный ресурс может быть представлен в виде вектора в пространстве базиса предметной области:

$$R = \{t_1, t_2, \dots, t_n\}. \quad (7)$$

Представим модель бизнес-процесса также в виде подмножеств терминов онтологии предметной области:

$$BP = (I, C, O, M) = (T_i, T_c, T_o, T_m), \quad (8)$$

где I – входные данные, T_i – термины, связанные с входными данными, C – нормативные документы, T_c – термины, связанные с нормативными документами, O – выходные данные, T_o – термины, связанные с выходными данными, M – механизмы и исполнители бизнес-процесса, T_m – термины, связанные с механизмами и исполнителями.

Бизнес-процесс (деловой процесс) – множество из одной или нескольких связанных операций или процедур, в совокупности реализующих некоторую цепь производственной деятельности, осуществляемой обычно в рамках заранее определенной организационной структуры, которая описывает функциональные роли участников этой структуры и отношения между ними [1].

Также каждую функцию модели бизнес-процесса можно описать в виде множества терминов:

$$F_j = (T_i^j, T_c^j, T_o^j, T_m^j), (T_i^j, T_c^j, T_o^j, T_m^j) \in T^j. \quad (9)$$

Используя (9) и (7), можно идентифицировать документы, относящиеся к каждой конкретной функции бизнес-процесса, то есть обеспечить их прослеживаемость в рамках бизнес-процесса.

Использование семантической идентификации не позволяет однозначно идентифицировать информационный ресурс, соответствующий запросу, но позволяет выделить группу ресурсов, удовлетворяющих запросу в определенной степени. Степень соответствия между информационным ресурсом и запросом можно определить на основе семантического расстояния между ними.

Запрос к информационному пространству представляется в виде совокупности множеств терминов T_q и булевых операций между ними R_q и может быть представлен в дизъюнктивной нормальной форме

$$q = (T_q, R_q) = q_{\text{dnf}} = \bigvee_{i=1..N} q_i, \quad (10)$$

где q_i – i -я конъюнктивная компонента запроса q .

Пусть i – индекс термина t_i из таксономии O ($i = 1, \dots, M$), r^j – информационный ресурс, принадлежащий информационному пространству D , а $w_i^j \geq 0$ – вес, ассоциированный с парой (t_i, r^j) .

Для каждого термина t_i , который не входит во множество терминов, связанных с информационным ресурсом r^j , его вес равен нулю: $w_i^j = 0$. Информационный ресурс будем рассматривать как вектор $r^j = (w_1^j, w_2^j, \dots, w_M^j)$.

Введем также инверсную функцию g , соответствующую индексу термина t_i , которая определяется следующим образом: $g_i(r^j) = w_i^j$.

Мера близости информационного ресурса r^j и запроса q – $\text{sim}(r^j, q)$ определяется выражением:

$$\begin{aligned} \text{sim}(r^j, q) &= & (11) \\ & 1, \quad \text{если } \exists q_i: \\ & = (q_i \in q_{\text{dnf}}) \wedge (\forall k: g_k(q_i) = g_k(r^j)), \\ & 0, \quad \text{иначе.} \end{aligned}$$

То есть $\text{sim}(r^j, q)$ принимает значение 1, если существует такая конъюнктивная компонента q_i , входящая в дизъюнктивную нормальную форму q_{dnf} , что инверсная каждого термина k данной конъюнктивной компоненты совпадает с этой же инверсной функцией для информационного ресурса r^j . В противном случае $\text{sim}(r^j, q)$ оказывается равной 0.

Таким образом, если $\text{sim}(r^j, q) = 1$, то информационный ресурс r^j является релевантным запросу q [4, 3].

Определим граф со следующими объектами и ребрами: n – неструктурированное информационное пространство, i – семантически идентифицированное пространство, $\text{ident}: n \rightarrow i$ –

семантическая идентификация информационного пространства, m – множество моделей процессов информационного пространства, $\text{modeling}: n \rightarrow m$ – формализация бизнес-процессов информационного пространства в виде множества моделей, s – семантически аннотированные модели бизнес-процессов информационного пространства, $\text{annotation}: m \rightarrow s$ – семантическое аннотирование моделей бизнес-процессов на основе терминов онтологии и тезауруса моделей, r – результат идентификации информационных ресурсов на основе моделей бизнес-процессов, $\text{search}: (s, i) \rightarrow r$ – семантический поиск в аспекте модели бизнес-процесса.

Матрица смежности для полученного графа представлена в табл. 1.

Таблица 1

Таблица смежности для графа идентификации информационных ресурсов

	n	i	m	s	r
n					
i		ident			
m			modeling		
s				annotation	
r					search

Как видим, вершина r достижима из вершины n , таким образом, можно сделать вывод о возможности семантического поиска слабоструктурированных и неструктурированных информационных ресурсов в информационном пространстве.

Существует несколько характеристик информационного поиска, из которых две признаны основными – это полнота (recall) и точность (precision). К сожалению, понятие степени соответствия запроса (релевантности) является субъективным и зависит от мнения конкретного человека, оценивающего результаты выполнения запроса.

Точность определяется как отношение числа релевантных документов к общему числу найденных документов:

$$\text{Precision} = \frac{|D_{\text{rel}} \cap D_{\text{retr}}|}{|D_{\text{retr}}|}, \quad (12)$$

где D_{rel} – множество документов, релевантных поисковому запросу, D_{retr} – множество документов, найденных системой.

Полнота показывает отношение числа найденных релевантных документов к общему числу релевантных документов в базе и определяется следующим отношением [6]:

$$\text{Recall} = \frac{|D_{\text{rel}} \cap D_{\text{retr}}|}{|D_{\text{rel}}|}. \quad (13)$$

При исследовании, проектировании и создании реальной системы необходимо определить элементы и структуру их взаимодействия во времени и пространстве с помощью различных мер. При этом существует диалектическая пара между реальной системой и ее информационным отображением – информационной системой.

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ НА ОСНОВЕ СИСТЕМНЫХ МОДЕЛЕЙ

В прикладном аспекте проблемы создания автоматизированных информационных систем тесно связаны с методами CASE-технологий (Computer-aided software engineering), объединяющих множество формализованных методов проектирования в едином информационном пространстве. Структурное представление основных категорий и положение диалектики позволяет сформулировать следующий четырехмерный базис построения информационной системы как отражения реальной системы:

- система элементов и отношений (функциональное содержание системы);
- система сущностей и связей (информационное содержание);
- причинно-следственные связи (динамика);
- семантика (количественная неопределенность).

Степень полноты интегрированного формализованного описания свойств реальной системы, ее функциональной, информационной, динамической моделей можно оценить показателями, приведенными в табл. 2 [1].

Таблица 2
Полнота описания системы моделями

Модель/аспект описания системы	ФМ, %	ИМ, %	ДМ, %	Итого, %
Функциональное содержание системы	60–70	10	10	80–90
Информационное содержание системы	10	60–70	10	80–90
Описание поведения системы во времени в пространстве	10	10	60–70	80–90

Анализ итоговых показателей, приведенных в табл. 2 показывает, что если полное адекватное описание системы может составлять 300 %,

то в модели 10–20 % всех знаний и данных о реальной системе остается неопределенным [1].

Для любой системы определяющим является ее функциональное содержание, так как оно определяет ее основные свойства. Первой осью базиса построения информационной системы является система элементов и отношений, в качестве элементов в этом случае принимается функциональное содержание, а в качестве отношений – информация об объектах, описывающих эти функции. Такое представление называется функциональной моделью.

IDEF представляет собой совокупность методов, правил и процедур, предназначенных для построения функциональной модели при представлении предметной области системой. Функциональная модель IDEF0 отображает функциональную структуру системы, то есть производимые системой действия и связи между ними.

Функциональная модель процесса идентификации информационных ресурсов представлена на диаграмме в нотации IDEF0 на рис. 1.

Вторая ось базиса построения информационной системы – система сущностей и связей, по которой раскрывается внутренняя структура элементов и отношений, или функций и связывающих их объектов, в соответствии с которой строится информационная модель.

Построение единого интегрированного описания данных выполняется с использованием концептуальной модели данных. Концептуальная модель данных позволяет получить непротиворечивую интерпретацию данных в их взаимосвязи, что необходимо для интеграции, совместного использования и управления целостностью данных.

Концептуальная схема приводит к необходимости семантического сопровождения, то есть к определению значений данных в контексте их взаимосвязи с другими данными.

Методология IDEF1X – формализованный язык для семантического (контекстного) моделирования данных, основанный на концепции «сущность–связь», инструмент анализа информационных структур систем различной природы. Информационное моделирование представляет прежде всего анализ логической структуры информации об объектах системы. Эта логическая структура является необходимым дополнением функциональной модели, детализируя объекты, которыми манипулируют функции системы.

Фрагмент информационной модели процесса идентификации информационных ресурсов представлен в нотации IDEF1X на рис. 2.

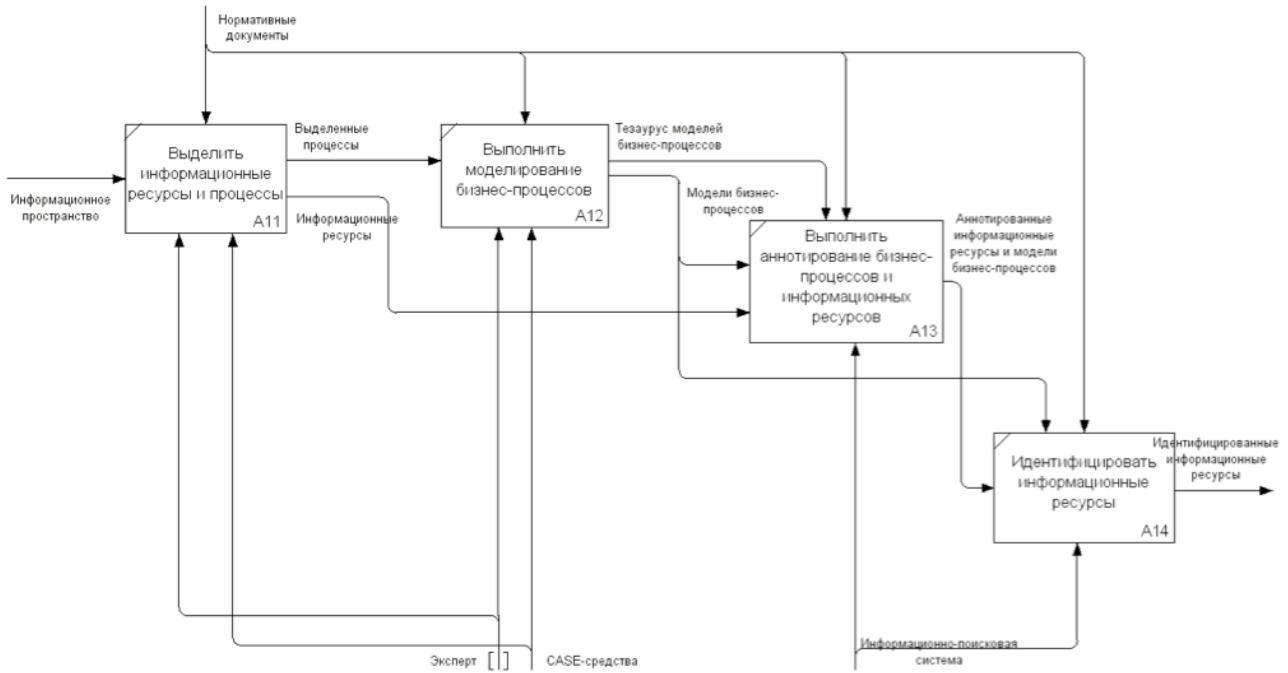


Рис. 2. Функциональная модель процесса идентификации информационных ресурсов

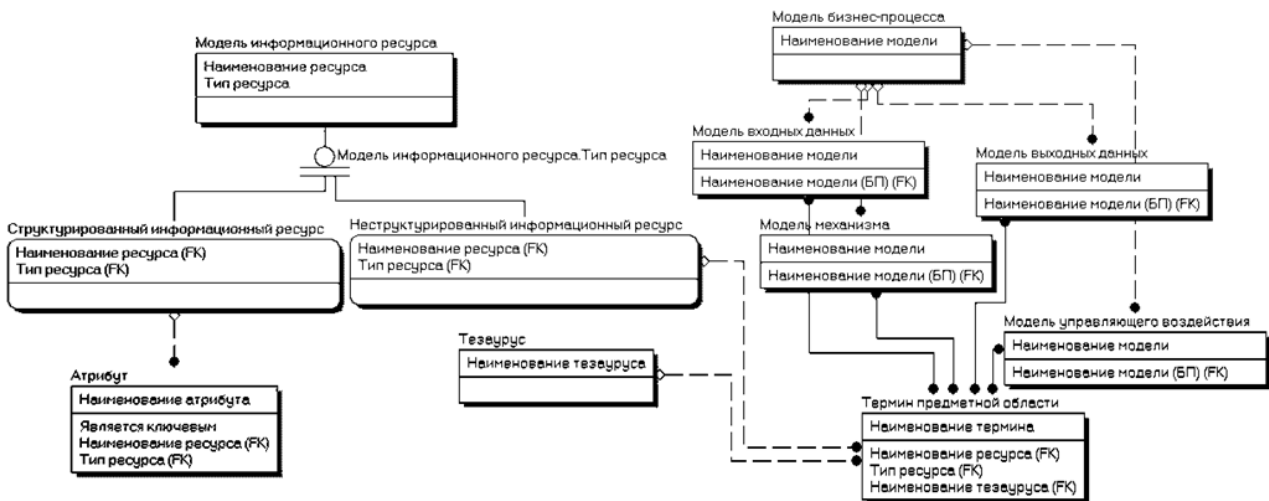


Рис. 1. Фрагмент информационной модели процесса идентификации информационных ресурсов

Методология динамического моделирования IDEF/CPN позволяет описать причинно-следственные связи (условия) между объектами системы во времени и в пространстве в соответствии с третьей осью базиса. Теоретической базой методологии построения динамических моделей является теория сетей Петри, соответственно используется и формальный язык иерархических раскрашенных сетей Петри. Сеть Петри можно представить в виде следующей множественной модели:

$$N=(P, T, F, W, M_0), \quad (14)$$

где P – множество элементов сети, называемых позициями, T – множество элементов сети, называемых переходами, $F = P \times T \cup T \times P$ – отношение инцидентности, W – функция кратности дуг, M_0 – функция начальной маркировки [1].

Модель в нотации IDEF0 также может быть представлена ориентированным графом, где вершинами являются стрелки, а ребрами – функции. Этот граф обладает свойствами ассоциативности, композиции и содержит пустое действие (в случае представления в CPN-

нотации). Таким образом, можно сделать вывод о существовании категории на данном графе.

Экземпляры процессов (E), созданные по моделям бизнес-процессов (B) также обладают свойствами категории, и можно говорить о наличии категорий на множестве моделей бизнес-процессов и наличии функтора ($F: B \rightarrow E$) между категориями экземпляров бизнес-процессов и их моделями, так как:

- есть соответствие между объектами моделей бизнес-процессов и объектами в экземплярах бизнес-процессов, то есть каждому узлу графа $X \in B$ соответствует узел $F(X) \in E$;

- есть соответствие между функциями моделей бизнес-процессов и функциям в экземплярах бизнес-процессов, то есть каждому ребру $f: X \rightarrow Y$ в категории B соответствует ребро $F(f): F(X) \rightarrow F(Y)$ в категории E , которое также обладает свойством ассоциативности и наличием пустого действия (в случае представления в CPN-нотации).

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ В КОНТЕНТЕ КОРПОРАТИВНОГО ВЕБ-ПОРТАЛА ВЫПУСКАЮЩЕЙ КАФЕДРЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ВУЗА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНФОРМАЦИОННО-ПОИСКОВОЙ СИСТЕМЫ

Автоматизированная информационная система образовательного учреждения в процессе своей деятельности накапливает существенный объем данных. Эти данные находятся в разнородных хранилищах и представлены в разнообразных форматах. Использование порталных технологий на основе сервис-ориентированной архитектуры позволяет обеспечить централизованный доступ к информационному пространству с использованием тонкого клиента – веб-браузера. Использование информационно-поисковых систем в качестве сервиса информационного пространства обеспечивает оперативный поиск и доступ к информации.

Обмен данными между сервисами корпоративного веб-портала выполняется с использованием XML-веб-сервисов, для обеспечения взаимодействия которых используются следующие технологии:

- XML – расширяемый язык разметки, используемый для хранения и передачи структурированных данных;

- SOAP – протокол обмена сообщениями на базе XML;

- WSDL – язык описания внешних интерфейсов веб-службы на базе XML.

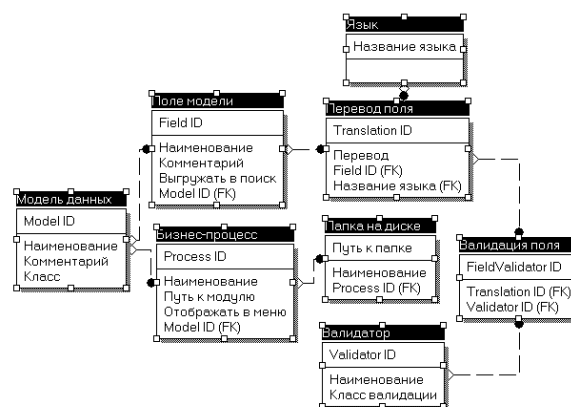


Рис. 3. Фрагмент информационной модели метаданных о сущностях предметной области

Информационно-поисковая система является сервисом, выполняющим две функции:

1. Создание и обслуживание поискового индекса объектов информационного пространства.
2. Выдача ссылок на объекты информационного пространства, удовлетворяющие поисковому запросу.

Каждый бизнес-процесс выпускающей кафедры представляет собой отдельную задачу веб-портала, доступ к которой регламентируется с помощью системы прав доступа. Создание индекса объектов информационного пространства требует доступа к задачам веб-портала с правами супер-пользователя – все объекты информационного пространства должны попасть в поисковый индекс.

Использование объектно-ориентированного программирования при разработке веб-портала позволяет логически группировать классы, относящиеся к одному бизнес-процессу в один пакет. Это позволяет разрабатывать и использовать задачи независимо. Тем не менее, наличие большого количества унаследованных технологических решений создает дополнительные сложности при создании сервис-провайдера (service provider).

Для решения возникшей задачи был использован принцип инверсии управления, который используется для уменьшения связанности в объектно-ориентированных приложениях. Использование данного принципа предполагает создание требуемых объектов во время выполнения приложения, что позволяет использовать метаданные для гибкой настройки приложения.

Фрагмент информационной модели, описывающий метаданные о сущностях предметной области приведен на рис. 3.

Каждая сущность информационного пространства кафедры представлена в коде веб-портала в виде отдельного класса. Некоторые сущности должны иметь возможность долговременного хранения своего состояния в базе данных, поэтому перед сохранением и обновлением данных должна проверяться согласованность данных на уровне логики бизнес-процессов. В системе реализованы типовые валидаторы для проверки данных на пустоту, выбор из списка и соответствие требуемому формату данных.

Описание объектов предметной области с использованием метаданных позволяет легко адаптировать отображение данных под требования пользователя – в системе реализована поддержка перевода интерфейса CRUD-операций (create, read, update, delete – создание, чтение, обновление, удаление) на несколько языков.

На основе метаданных экземпляры объектов предметной области сохраняются в XML-документы, которые затем отправляются в поисковый сервис.

Получение результатов поиска также происходит путем обмена XML-сообщениями между веб-порталом и сервисом информационного поиска. XML-сообщения со ссылками на объекты предметной области в соответствии с метаданными, хранящимися в базе данных веб-портала преобразуются в доступный для пользователя вид.

Динамическая модель взаимодействия пользователя, веб-портала и сервиса информационного

поиска представлена на рис. 4.

Описанное выше решение реализовано с использованием объектно-ориентированного языка программирования PHP 5, системы управления базами данных MySQL, сервера приложений Apache. В качестве сервиса информационного поиска выступает типовое решение Apache Solr.

В настоящее время в индексе поисковой системы содержится 5953 документа, за время функционирования системы пользователи сформировали 3004 поисковых запроса.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании существования функтора между экземплярами бизнес-процессов и моделями бизнес-процессов можно сделать вывод о справедливости модели идентификации информационных ресурсов также и в информационном пространстве.

Приведенная выше методика позволяет идентифицировать информационные ресурсы, относящиеся к конкретным экземплярам бизнес-процессам организации в ее информационном пространстве. Это обеспечивает прозрачность выполнения бизнес-процесса, прослеживаемость состояния информационных ресурсов, выявление участников бизнес-процесса.

Процессы, ресурсы в которых идентифицируемы и прослеживаемы, могут выполняться в более сжатые сроки и с более высоким качеством. Своевременное предоставление информационных ресурсов для таких процессов обеспечивает сокращение времени принятия решений.

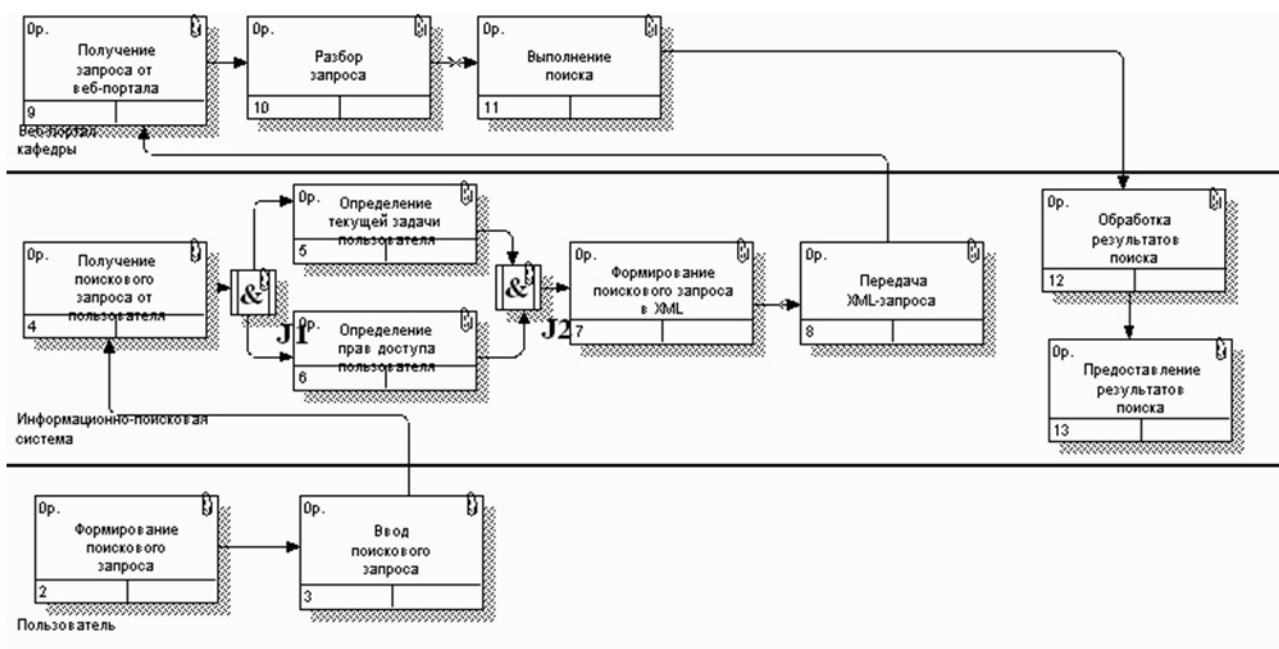


Рис. 3. Динамическая модель взаимодействия с системой поиска

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Куликов Г. Г., Набатов А. Н., Речкалов А. В. Автоматизированное проектирование информационно-управляющих систем. Системное моделирование предметной области: учебн. пособие. Уфа: УГАТУ, 1998. 104 с. [G. G. Kylikov, A. N. Nabatov, and A. V. Rechkalov, *Automated information management systems design*. Ufa: USATU, 1998.]
2. Куликов Г. Г., Старцев Г. В., Бармин А. А. Подход к построению информационно-поисковых систем для систем электронного документооборота // Актуальные проблемы в науке и технике. Т. 1. Информационные и инфокоммуникационные технологии: сб. науч. тр. 8-й Всерос. зимн. шк.-сем. аспирантов и молодых ученых (Уфа, 14–16 февр. 2013). Уфа: УГАТУ, 2013. С. 405. [G.G. Kylikov, G.V. Startsev and A.A. Barmin, "Approach in building information retrieval systems for content-management systems" in *Actual problems of science and technic. Vol 1. Information and network technologies: Proc. 8th winter workshop of postgrade students and young scientists*, Ufa State Aviation Technical University. Ufa: USATU, 2013.]
3. Маннинг К., Рагхаван П., Шютце Х. Введение в информационный поиск: Пер. с англ. М.: Вильямс, 2011. 528 с. [K. Manning, P. Raghavan, and H. Shutce, *Information retrieval concepts*, 2009.]
4. Гаврилова Т. А., Хорошевский В. Ф. Базы знаний интеллектуальных систем: учебн. для вузов. СПб: Питер, 2000. 384 с. [Т. А. Gavrilova and V. F. Horoshevsky, "Knowledge bases for intelligent systems", university book, 2004]
5. Barr M., Wells C. Category Theory for Computing Science. Prentice Hall, 1990. 350 p. [M. Barr and C. Wells, *Category Theory for Computing Science*. Prentice Hall, 1990.]
6. Ландэ Д. В., Снарский А. А., Безсуднов И. В. Интернетика: Навигация в сложных сетях: модели и алгоритмы. М.: ЛИБРОКОМ, 2009. 264 с. [D. V. Lande, A. A. Snarsky, and I. V. Beszudnov, *Internetica: Navigation in large networks*, 2009.]
7. Кук Д., Бейз Г. Компьютерная математика: Пер. с англ. М.: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1990. 384 с. [D. Kuk, Beiz G. *Computer math*, 1990.]
8. OS X Mavericks. Core technologies overview. October 2013 [Электронный ресурс]. URL: http://images.apple.com/media/us/osx/2013/docs/OSX_Mavericks_Core_Technology_Overview.pdf (дата обращения 31.10.2013). [OS X Mavericks. *Core technologies overview. October 2013* [Online]. Available: http://images.apple.com/media/us/osx/2013/docs/OSX_Mavericks_Core_Technology_Overview.pdf]
9. Куликов Г. Г., Старцев Г. В., Бармин А. А., Бармина О. В. Многоаспектный семантический поиск в слабоструктурированном контенте информационного пространства // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2013. № 52. С. 16–21. [G. G. Kylikov, G. V. Startsev, A. A. Barmin, and O. V. Barmina, "Multiaspect information retrieval in semistructured subject area," actual problems of humanities and natural sciences, USATU 2013.]

ОБ АВТОРАХ

БАРМИН Александр Александрович, асп. каф. АСУ. Дипл. информатик-экономист (УГАТУ, 2011). Готовит дис. в обл. инф.-поисков. систем.

СТАРЦЕВ Геннадий Владимирович, доц. той же каф. Дипл. м-р техн. и технол. по инф.-упр. системам (УГАТУ, 2003). Канд. техн. наук (УГАТУ, 2006). Иссл. в обл. проектир. инф. систем на основе веб-технологий.

КУЛИКОВ Геннадий Григорьевич, проф., зав. АСУ. Дипл. инж. по автоматиз. машиностроения (УАИ, 1971). Д-р техн. наук по системн. анализу, автоматическ. упр. и тепл. двигателям (УАИ, 1989). Иссл. в обл. АСУ и упр. силовыми установками ЛА.

БАБАК Сергей Федорович, доц. каф. АСУ. дипл. инженер (УАИ, 1970), канд. техн. наук (УАИ, 1978).

METADATA

Title: Identification of semistructured information resources in intelligent management systems base on system models and category theory

Authors: G.G. Kylikov¹, S.F. Babak², A.A. Barmin³, G.V. Startsev⁴

Affiliation: Ufa State Aviation Technical University (UGATU), Russia.

Email: ¹gennadyg_98@yahoo.com, ³abarmin@outlook.com, ⁴startsev@gmail.com

Language: Russian.

Source: Vestnik UGATU (scientific journal of Ufa State Aviation Technical University), vol. 18, no. 1 (62), pp. 122-130, 2014. ISSN 2225-2789 (Online), ISSN 1992-6502 (Print).

Abstract: Article presents classification of information resources based on degree of structuration and ontological approach. Categories theory is used for establishing relation between business process and it's entities in subject area.

Key words: business process; category theory; system models; subject area.

About authors:

BARMIN, Aleksandr Aleksandrovich Postgrad. (PhD) Student, Dept. of Automated Systems. Informatics and economist(UGATU, 2011).

STARTSEV, Gennady Vladimirovich, Dept. of Automated Systems. Master of technic and technology (USATU, 2003). PhD (USATU, 2006).

KULIKOV, Gennady Grivorievich, Prof., Dept. of Automated Systems. Dipl. Ingeneer automator (UAI, 1987). Dr. of Tech. Sci. (UGATU, 1989).

BABAK, Sergey Fedorovich, Dept. of Automated Systems, Engineer, PhD.