

С.И. МАТОРИН, д-р техн. наук, БелГУ (г. Белгород),
О.А. ЗИМОВЕЦ, БелГУ (г. Белгород),
А.Г. ЖИХАРЕВ, БелГУ (г. Белгород)

ТЕХНОЛОГИЯ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ УПРАВЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ СИСТЕМНО-ОБЪЕКТНОГО ПОДХОДА "УЗЕЛ-ФУНКЦИЯ-ОБЪЕКТ"¹

Розглядаються деякі перспективні напрямки розвитку оригінального системно-об'єктного підходу, заснованого на графоаналітичному уявленні системи у вигляді конструкції "Узел-Функція-Об'єкт", а також програмного CASE-інструментарія "UFO-toolkit", який автоматизує процедуру моделювання систем та процесів за допомогою даного підходу.

Perspective directions of development of the original system-objective approach based on graph analytical representation of system in the form of construction "Unit-Function-Object" and also program CASE-toolkit "UFO-toolkit", automating of procedure modelling systems and processes by means of the given approach are considered.

1. Постановка проблеми. Основным средством информационного обеспечения управления является моделирование производственных и вообще деловых систем и процессов. "Последние полтора десятка лет все только и говорили о том, что нужны средства моделирования бизнес-процессов и продукты, способные автоматизировать эту работу", – говорит Томас Галлидж, профессор университета Джорджа Мэйсона и президент фирмы Enterprise Integration (Фэрфакс, шт. Виргиния). – "Если этого удастся добиться, сразу же произойдет мощный рывок вперед". Специалисты по информационным технологиям, а вместе с ними и специалисты по управлению уже осознали: перед тем как приступить к развертыванию систем управления предприятием, крайне необходимо провести моделирование производственных процессов, потом – оптимизацию и лишь после этого переходить к самому управлению.

Необходимость создания технологии моделирования систем и процессов с целью их анализа и реинжиниринга, зафиксирована также в перечне "Критических технологий федерального уровня": "2.7.2. Создание технологий, повышающих "прозрачность" и управляемость организационно-деловых и производственно-технологических процессов (бизнес-процессов) посредством разработки и использования типовых формализованных электронных моделей, обеспечивающих анализ и реинжиниринг этих процессов".

2. Анализ литературы. В связи со сказанным выше в Белгородском государственном университете осуществляется создание и развитие теоретических, методических и инструментальных средств моделирования и анализа сложных систем на основе оригинального системно-объектного подхода "Узел-Функция-Объект". В результате развития и формализации данного подхода предложен метод и алгоритм системного анализа, именуемый

для краткости **УФО-анализом** [1 – 8]. Основу метода составляет формально-семантический алфавит элементов и связей анализируемых систем, а также их репозитории (библиотеки).

В целях автоматизации применения УФО-анализа спроектирован и реализован CASE-инструментарий "**УФО-toolkit**" (свидетельство "Роспатента" №2006612046) [3, 6, 7]. UFO-toolkit является знаниеориентированным CASE-инструментарием поддержки процессов системно-объектного визуального графоаналитического моделирования. Инструмент обеспечивает представление любой системы в виде трехэлементной конструкции "Узел-Функция-Объект", т.е. в виде **УФО-элемента**. При этом "**Узел**" – это точка пересечения входных и выходных связей (потоков) в структуре системы; "**Функция**" – процесс перевода входа в выход, т.е. процесс, обеспечивающий баланс "втекающих" и "вытекающих" потоков/связей данного узла; "**Объект**" – субстанция, реализующая данную функцию.

УФО-элементы, собранные в различные конфигурации, образуют **диаграммы взаимодействия элементов**, которые позволяют визуализировать функциональность элементов системы более высоких уровней. Таким образом, разрабатываемая система представляется в виде иерархии УФО-элементов. Данное представление позволяет учесть различные аспекты (структурные, функциональные, объектные) рассмотрения этой системы в одной системно-объектной модели (**УФО-модели**).

Иерархия УФО-элементов и их конфигураций, которую поддерживает UFO-toolkit, основана на классификации связей (потоков), пересечения которых и образуют узлы. Моделирование любой системы начинается со специализации **базовой классификации связей** под конкретную предметную область. Абстрактный класс "**Связь (L)**" в базовой классификации связей делится на подклассы "**Материальная связь (M)**" и "**Информационная связь (I)**"; класс материальных связей делится на подклассы "**Вещественная связь (S)**" и "**Энергетическая связь (E)**"; класс информационных связей делится на подклассы "**Связь по данным (D)**" и "**Управляющая связь (C)**".

УФО-элементы могут храниться в специальных библиотеках (**УФО-библиотеках**) для обеспечения компонентного подхода к моделированию бизнес-систем. Библиотеки представляют собой концептуальные модели соответствующих областей или отраслей бизнеса, в которых хранятся их структурные, функциональные и субстанциальные характеристики. При этом библиотеки могут содержать не только одиночные УФО-элементы, но и их иерархии, что позволяет повторно использовать готовые подсистемы и системы. Таким образом, библиотеки представляют собой базу знаний специальной конфигурации, в которой хранятся УФО-элементы, соответствующие определенным классам бизнес-систем. Бизнес-системы же классифицируются в зависимости от типов входных и выходных связей. Рассматриваются следующие типы входных связей: *производственные, обеспечивающие (вещественные, энергетические и информационные),*

управляющие; и следующие типы выходных – *продуктовые, информационные, отходы*. Это позволяет рассматривать следующие классы бизнес систем: *производственные, транспортные и распределительные*, для каждого из которых рассматривать три подкласса: "*вещества*", "*энергии*" и "*информации*" [3, 8].

UFO-toolkit позволяет в значительной степени автоматизировать аналитическую деятельность за счет использования библиотек UFO-элементов и классификации связей, которые позволяют применять формальные правила сборки конфигураций из UFO-элементов (так называемые *правила системной декомпозиции*).

При сборке конфигураций из UFO-элементов учитываются следующие правила: правило присоединения (элементы должны присоединяться друг к другу в соответствии с типами присущих им связей); правило баланса (при присоединении элементов друг к другу в соответствии с правилом 1 должен обеспечиваться качественный и количественный баланс "притока" и "оттока" по входящим и выходящим функциональным связям); правило реализации (при присоединении элементов друг к другу в соответствии с правилами 1 и 2 должно быть обеспечено соответствие интерфейсов и объектных характеристик функциональным) [3, 5, 8].

В настоящее время метод UFO-анализа и инструментарий, его автоматизирующий, (т.е. *UFO-технология*) развиваются в следующих основных направлениях:

- создание на основе подхода "Узел-Функция-Объект" метода компьютерного представления знаний и вывода на них;
- преобразование UFO-библиотеки в систему управления организационными знаниями;
- автоматизация построения UFO-моделей (диаграмм взаимодействия UFO-элементов) по их контекстному представлению;
- обеспечение имитации функционирования бизнес-системы на ее визуальной графоаналитической модели;
- разработка методов и средств проведения финансовых вычислений на основе UFO-моделей.

Целью статьи является подробное рассмотрение первых двух направлений развития метода UFO-анализа и инструментария, его автоматизирующего.

3. Метод компьютерного представления знаний и вывода на них на основе системно-объектного подхода "Узел-Функция-Объект".

Одной из важных форм (методов) представления знаний является их *представление с помощью классификации*. Этот метод очень важен на начальном этапе формирования базовых знаний, так как позволяет решать такие важные задачи как фиксация знаний, поиск по образцу, сравнение и др.

В интеллектуальных информационных системах знания о предметной

области представлены в виде декларативной (описательной) модели знаний и соответствующих правил вывода на них и явно не зависят от процедуры их обработки. Для этого используются модели представления знаний, упомянутые ниже.

1. *Производственная модель* (наиболее распространена в экспертных системах и системах поддержки принятия решений). Достоинством производственной модели является удобство вывода, недостатком – представление только процедурных знаний.

2. *Семантическая сеть*. Достоинство семантических сетей – наглядность представления понятийных знаний, с их помощью удобно представлять причинно-следственные связи между элементами знаний, а также структуру сложной системы знаний. Недостаток таких сетей – сложность вывода, поиска подграфа, соответствующего запросу.

3. *Фреймовая модель* представления знаний удобна для описания структуры и характеристик однотипных объектов (процессов, событий), описываемых фреймами – специальными ячейками (шаблонами) фреймовой сети. Достоинством и одновременно недостатком фреймовых моделей является их ориентированность на описание стандартных типовых ситуаций.

4. *Логическая модель*. Такая модель удобна для представления логических взаимосвязей между фактами, однако она весьма ограничена по своим возможностям в связи с тем, что использует только формальные системы для описания знаний.

Несмотря на большие возможности традиционных способов представления знаний, они не приспособлены для представления знаний в визуальной графической форме, т.е. представляют их не достаточно наглядно. В связи с этим, традиционные способы представления знаний не обеспечивают нужную степень их структурирования.

В последнее время всё чаще возникают работы в самых разных предметных областях, излагающие свой материал в графической форме. Производит впечатление значительный объём графического материала во всех этих работах, который играет в них ту же серьёзную роль, что и традиционный текст на естественном языке. К сожалению, как правило, эти работы основаны на самостоятельных, никак не обоснованных подходах к представлению графического материала.

Ещё более широко изложение материала в графической форме используется в работах из области технических наук и бизнес-практики. Использование во всех подобных случаях какого-либо стандартного языка **функционального моделирования** систем (хотя бы, например, IDEF0) было бы значительным шагом вперёд по пути повышения однозначности и эффективности обмена информацией.

Одной из главных задач эффективного, достоверного функционального моделирования является результативная работа с информацией и знаниями. Целесообразность рассмотрения функционального моделирования как способа

представления знаний обусловлена его широким использованием для решения задач управления знаниями в организациях. Реализуя концепцию управления знаниями, используемыми в процессе функционального моделирования, организация значительно повышает свою конкурентоспособность [9].

Однако, известные способы функционального (системно-структурного), а также объектного моделирования бизнес-систем ориентированы либо только на описание процессов и связывающих их потоков, либо только на описание классов и объектов без учёта материальных и информационных потоков. В связи с этим предлагается использовать для представления (моделирования) знаний системно-объектный подход "Узел-Функция-Объект" [10].

С помощью данного подхода могут быть интегрированы особенности различных традиционных методов представления знаний. Это объясняется тем, что моделирование систем с учетом их узловых характеристик, по сути дела, есть представление знаний о них в виде семантической сети. Моделирование систем с учетом их функциональных характеристик может осуществляться с использованием функций или логики предикатов. Моделирование систем с учетом их объектных характеристик может осуществляться с помощью фреймов. Таким образом, существует перспектива создания нового интегрального метода представления знаний, основанного на результатах современных системных исследований.

Рассмотрим идею создания данного метода подробнее и проиллюстрируем ее с помощью диаграмм, выполненных с использованием программного инструментария "UFO-toolkit".

Методы компьютерного представления знаний всегда включают в себя определенные правила вывода, называемые *механизмами логического вывода*. Поэтому для разработки на основе UFO-подхода метода компьютерного представления знаний необходимо сформулировать эти механизмы.

Допустим, что имеется UFO-модель, представляющая собой совокупность взаимосвязанных узлов. Эту совокупность можно рассматривать как *семантическую сеть*, так как все связи имеют смысловое значение, определяемое их классификацией. Для вывода на такой сети может быть использован известный принцип *сопоставления по совпадению*, который основан на представлении вопроса к системе в виде фрагмента семантической сети с использованием тех же названий сущностей (узлов) и связей, что в основной сети, и реализации процедуры "наложения" вопроса на сеть и поиска такого его положения, которое соответствует ответу на вопрос [11]. С точки зрения теории графов это нахождение подграфа на графе.

В нашем случае, например, может быть осуществлено построение организационной диаграммы предприятия с помощью его структурной UFO-модели путем нахождения подграфа, содержащего только управляющие связи (рис. 1). Кроме того, с использованием UFO-модели, как семантической сети, могут быть выявлены *логистические цепочки* удовлетворения конечных пользователей или потребителей.

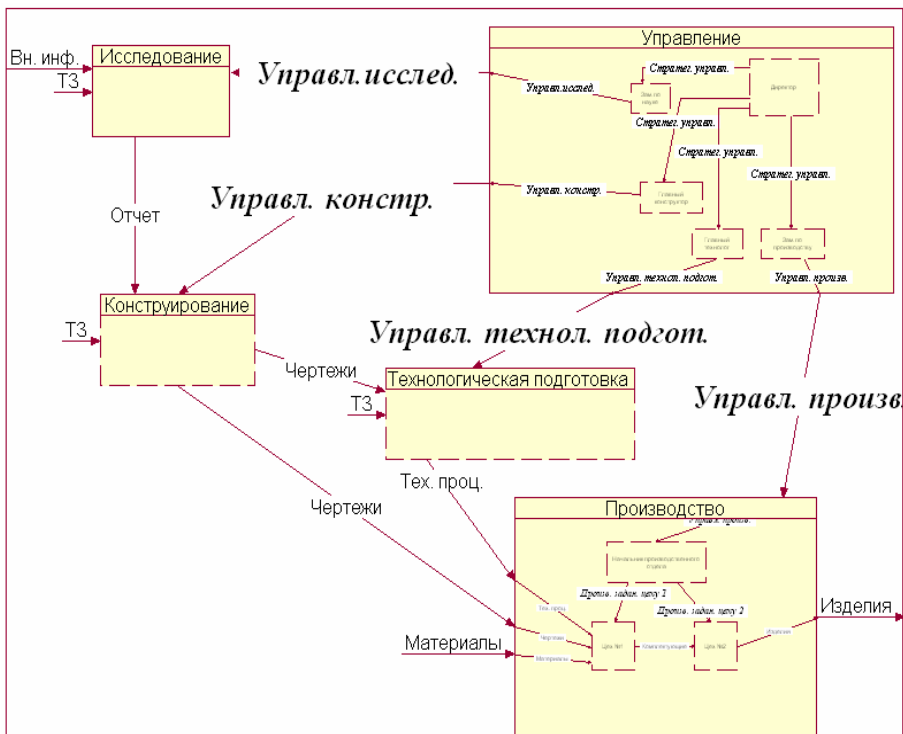


Рис. 1. Пример вывода подграфа управления на сети по принципу сопоставления

Пусть имеется УФО-модель, представляющая собой совокупность взаимосвязанных узлов, для которых определены функции. Эти функции могут быть определены в виде продукции и, таким образом, представлять собой *производственную систему*. В производственной системе различают два типа логического вывода: прямой вывод и обратный вывод. Прямой вывод позволяет проследить *технологическую цепочку* изготовления какого-либо товара или изделия. Обратный вывод позволяет определить потребность в исходных продуктах (сырье) для получения конечных товаров определенного вида.

Рассмотрим УФО-модель, представляющую собой совокупность взаимосвязанных узлов с функциями, для которых определены объекты. Эти объекты могут быть описаны с помощью фреймовой системы. Фреймовая модель знаний имеет сложную иерархическую структуру, отражающую реальные объекты (понятия) некоторой предметной области [11]. Механизм логического вывода в этом случае основан на обмене значениями между одноименными слотами различных фреймов и выполнении присоединенных

процедур. Этот механизм позволяет, например, осуществлять планирование деятельности сотрудников и распределение поручений. Таким образом, например, может быть реализована возможность определения системой сроков отчетности подчиненными сотрудниками в соответствии со сроками отчетности их руководителя, а также возможность уведомления в случае нарушения этих сроков.

В UFO-модели, представляющей собой совокупность взаимосвязанных узлов с функциями, для которых определены объекты, все три способа представления знаний будут объединены и связаны (т.е. интегрированы) между собой.

Данная интеграция может быть обеспечена, например, в результате учета в слотах фреймов (описывающих объекты), продукций (описывающих функции) и связей между узлами. Это позволит компенсировать недостатки отдельных способов представления знаний и повысит достоверность вывода.

Создание универсального метода представления знаний предполагает единообразное описание различных способов представления знаний с помощью одного формального математического аппарата. В настоящее время, по мнению авторов, на роль такого аппарата претендует теория паттернов Гренандера.

4. Разработка системы управления организационными знаниями на основе UFO-библиотеки.

Одним из наиболее перспективных отличий UFO-toolkit, от подобных программ является возможность частичной автоматизации построения диаграмм, отражающих деятельность предприятия или какие-либо бизнес-процессы. Данная автоматизация реализуется за счёт возможности хранения ранее разработанных UFO-элементов в специальных библиотеках и последующего их использования в новых моделях. Но при больших размерах библиотеки выборка UFO-элемента становится достаточно долгим процессом, так как при выборке UFO-элемента программа просматривает и анализирует каждый UFO-элемент, содержащийся в библиотеке (подробнее о недостатках существующей в настоящее время библиотеки UFO-toolkit [12]).

Данный процесс, в какой то степени, можно сократить за счет упоминавшейся во введении классификации бизнес-систем, представляемых в виде UFO-элементов (см. рис. 2). Используя данную классификацию, UFO-элемент можно будет помещать в библиотеку для конкретного типа элементов (бизнес-систем). При выборке элементов можно будет анализировать не все элементы, а только те, которые находятся в библиотеке, отведенной именно для того типа элементов, который нужен пользователю.

Рассмотрим процесс проектирования приложения-конвертера к UFO-toolkit для размещения элементов UFO-моделей в UFO-библиотеках нового типа.

Рассмотрим концептуальную модель приложения-конвертера. Функции данного приложения можно свести к следующему перечню:

- отделение библиотеки от модели (в данный момент библиотека UFO-элементов и UFO-модель сохраняются в одном XML-файле);
- преобразование библиотек старого образца в библиотеку с новой структурой хранения UFO-элементов,
- обработка библиотеки нового типа.

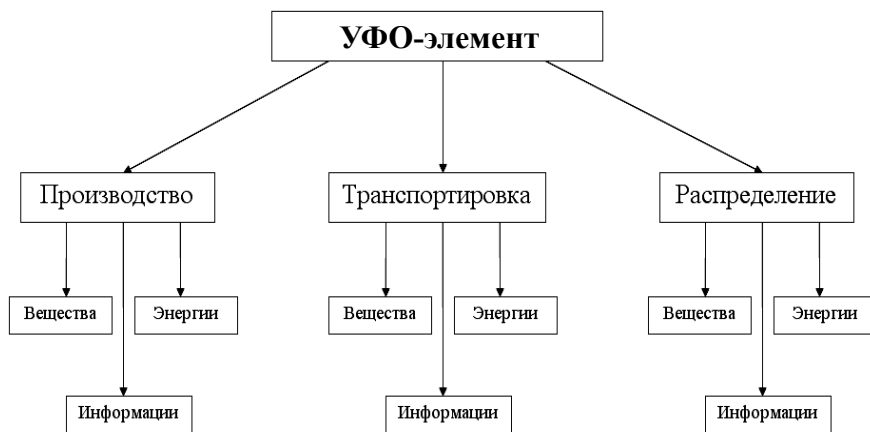


Рис. 2. Иерархия классов UFO-элементов (бизнес-систем)

При этом модуль обработки должен обеспечивать, во-первых, добавление новых UFO-элементов. При добавлении UFO-элемента необходимо проанализировать набор входных и выходных связей и структуру UFO-элемента, т.е. его внутреннюю иерархию, которая может состоять из других вложенных друг в друга UFO-элементов. Таким образом, должна существовать возможность находить не только добавленный UFO-элемент, но и все его дочерние (внутренние) элементы. Всем UFO-элементам должен быть присвоен уникальный идентификатор.

Во-вторых, модуль обработки должен обеспечивать выборку UFO-элементов, с заданными наборами входных и выходных портов с автоматической сортировкой по степени соответствия. Степень соответствия может быть вычислена с помощью выражения:

$$\frac{200.0 \% \text{ ConnectedCount}}{\text{InputSelCount} + \text{OutputSelCount} + \text{InputPortCount} + \text{OutputPortCount}}$$

где ConnectedCount – количество портов, которые соответствуют заданным; InputSelCount – количество заданных выходных портов; OutputSelCount – количество заданных входных портов; InputPortCount – количество входных портов выбираемого UFO-элемента, OutputPortCount – количество выходных портов выбираемого UFO-элемента.

Стопроцентное соответствие получают те УФО-элементы, набор входных и выходных портов которых полностью идентичен заданному.

В-третьих, модуль обработки должен обеспечивать удаление УФО-элементов по заданным идентификаторам. Должны быть удалены УФО-элементы со всеми дочерними элементами.

Кроме того, приложение в целом должно предоставлять возможность отслеживания скорости выполнения приведенных выше операций.

Исходя из перечисленных выше функций, входными данными приложения-конвертера будут являться, во-первых, сама модель старого образца и, во-вторых, данные пользователя, т.е. либо новый УФО-элемент, либо номер удаляемого УФО-элемента и т.п. Что касается выходов, то это будет модель нового образца и отделенная от нее библиотека (главная цель создания приложения). Так как приложение должно отчитываться перед пользователем за время проведения какой-либо операции с библиотекой нового типа, то должен существовать выход "время выполнения операции".

В соответствии со своими узловыми, функциональными и объектными характеристиками УФО-элемент относится к определенному типу и виду деятельности (см. рис. 2). Таким образом, УФО-элемент может принадлежать одному из девяти классов. Следовательно, каждый УФО-элемент должен храниться в одной из 9-ти библиотек для определенного типа и вида элементов. Определение же типа и объекта деятельности УФО-элемента осуществляется, в первую очередь, за счет анализа входящих и выходящих связей.

Исходя из сказанного выше, можно сформулировать требования к УФО-библиотеке нового типа, как базе знаний (БЗ):

- БЗ должна предоставлять возможность хранения узлов;
- БЗ должна предоставлять возможности хранения входящих и выходящих связей, характеризующихся принадлежностью к определенному узлу;
- БЗ должна обеспечить хранение функций, характеризующихся принадлежностью к определенному узлу;
- БЗ должна предоставлять возможности хранения информации об объектах, характеризующихся принадлежностью к функции;
- БЗ должна обеспечить возможность хранения сложных УФО-элементов, т.е. таких, функции которых реализуются не неделимыми объектами, а иерархией УФО-элементов нижнего уровня.

В итоге логическая модель БЗ (УФО-библиотеки нового типа) имеет вид, представленный с помощью программного пакета ERwin на рис. 3. Рассмотрим некоторые таблицы логической модели БЗ подробнее.

Таблица "Узел". Этот тип хранимых данных в первую очередь характеризуется именем. Так как оно же будет именем и всего УФО-элемента, то целесообразно для данного атрибута выделить строковой массив, рассчитанный на 300 символов.

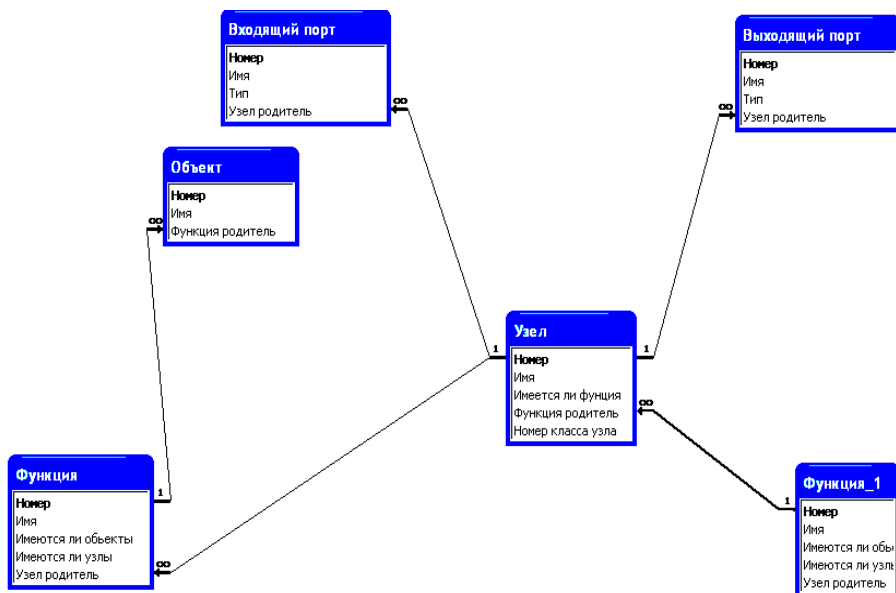


Рис. 3. Логическая модель УФО-библиотеки (БЗ)

Такому типу данных соответствует тип "varchar(300)". Узлу может принадлежать функция, т.е. атрибутом будет являться идентификатор функции. Это целое неотрицательное число, т.е. тип "int". Этому же типа будет и поле "номер класса узла", т.к. данное поле будет принимать значение от 1 до 9. Как видно из рис. 3, таблица "Узел" имеет поле "имеется ли функция", которое является логическим типом, т.е. принимает значение или 0, или 1. Поле "номер" является первичным ключом и будет хранить целые неотрицательные числа, т.е. будет типом "int".

Таблица "Функция" хранит функции, атрибутами которых являются: номер – целое неотрицательное число ("int"); имя – наименование функции ("varchar(200)"); имеется ли объект – логическое поле; имеется ли узел – логическое поле; узел родитель – целое неотрицательное значение ("int").

Таблица "Объект" хранит объекты, атрибутами которых являются: номер – целое неотрицательное число ("int"); имя – наименование объекта ("varchar(200)"); функция родитель – целое неотрицательное значение ("int").

Таблицы "Входящий/выходящий порт" хранят порты, атрибутами которых являются: номер – целое неотрицательное число ("int"); имя – наименование объекта ("varchar(200)"); тип – целое неотрицательное значение ("int"); узел родитель – целое неотрицательное значение ("int").

5. Программная реализация средств хранения и систематизации информации в среде "UFO-toolkit".

Прежде чем приступить к программной реализации новой технологии хранения и систематизации информации в среде UFO-toolkit, необходимо определить требования к будущему приложению:

- Приложение должно отделять библиотеку проекта от самого проекта, для того чтобы при использовании в проекте элементов, созданных ранее, приходилось бы выгружать в программу не весь файл проекта (данный способ неудобен, т.к. при открытии нескольких проектов, затрудняется их визуальное восприятие), а только нужную его часть, т.е. библиотеку.

- Прототип программного модуля должен уметь конвертировать библиотеку из формата XML в формат базы данных InterBase с новой структурой хранения UFO-элементов.

- Приложение должно содержать функции для обработки хранилища UFO-элементов в формате InterBase.

- Так же приложение должно будет уметь отслеживать скорости выполнения операций с библиотекой в формате InterBase.

Далее необходимо определить, какие функции для обработки библиотеки должны присутствовать в приложении. После конвертации файла проекта на выходе пользователь будет иметь библиотеку в формате InterBase. Это обыкновенная база данных, предназначенная для хранения и использования информации, такие базы данных, как правило, называют хранилищами данных. Таким образом, программное приложение обязательно должно содержать функции добавления UFO-элемента и выборки UFO-элементов.

Кроме того, необходимо определить функции интерфейса. Интерфейс должен содержать следующие кнопки управления:

- "Открыть" – служит для загрузки файла-проекта в формате XML.

- "Конвертировать" – служит для отделения библиотеки от файла-проекта и ее конвертации в формат базы данных InterBase.

- "Добавить элемент" – добавляет новый элемент в библиотеку в формате IB.

- "Создать функцию для элемента" – создает функцию для выделенного в данный момент элемента.

- "Выбрать элементы" – позволяет осуществить выборку элементов по заданным наборам входящих и выходящих связей и вычислить их процентное соответствие данному набору портов.

- "Открыть библиотеку" – открывает форму с удобной визуализацией хранилища UFO-элементов.

При этом интерфейс должен обеспечивать визуализацию всех таблиц хранилища UFO-элементов и поле "information" для отображения выполняемых действий и состояния хранилища данных.

При открытии проекта, т.е. нажатии на кнопку "Открыть" срабатывает функция инициализации и выгрузки всех типов связей и библиотеки проекта.

После загрузки всех нужных переменных выводятся соответствующие сообщения и запускается функция, которая считает количество элементов в библиотеке.

При нажатии на кнопку "Конвертировать" запускается конвертация библиотеки, которая состоит из двух этапов:

1. Загрузка связей в хранилище данных.
2. Загрузка в библиотеку формата IB, непосредственно, библиотеки UFO-элементов.

В последнюю функцию передается библиотека, а далее записываются все составляющие UFO-элемента. Если UFO-элемент, содержащий функцию, содержит в себе другие UFO-элементы, то функция запускает саму себя и передает "в себя" тег, содержащий дочерние элементы и так до тех пор, пока не исчерпаются все UFO-элементы.

Рассматриваемое программное приложение предоставляет возможности добавления новых узлов как родительских, так и дочерних к какой-либо функции. В данном случае добавляется новая запись в таблицу "узел" стандартными средствами добавления записей в таблицы InterBase. Если пользователю нужно добавить какой-либо дочерний узел, то прежде чем осуществить данное добавление, он (пользователь) должен выбрать функцию, к которой будет осуществляться добавление дочернего элемента.

При тестировании и отслеживании времени выборки, таймер захватывал некоторые системные процессы, поэтому необходимо было несколько раз тестировать выборку. Например, для узлов типа "производство вещества", которых в библиотеке около 70%, среднее значение времени выборки составило 17767,5 микросекунд. Для элементов типа "производство информации", которых в библиотеке около 5%, среднее значение времени выборки составило 1665,8 микросекунд. Для элементов общего типа, которых в библиотеке около 23%, среднее значение времени выборки составило 7224,3 микросекунд.

При тестировании функции добавления элемента в библиотеку, среднее значение времени добавления элемента в библиотеку IB составило 1595,3 микросекунд.

6. Выводы. В статье рассмотрен оригинальный системно-объектный подход, основанный на представлении системы в виде трехэлементной конструкции "Узел-Функция-Объект" и новый программный инструментарий моделирования бизнеса UFO-toolkit. Данный инструментарий, как представитель CASE-средств, а также средств Business Intelligence, впервые может рассматриваться как инструмент, ориентированный на знания о моделируемой предметной области, а также как инструмент, удовлетворяющий требованиям экспертов управленческого консультирования по "сокращению разнообразия представляемых моделей". В сравнении с существующими средствами моделирования бизнеса, рассмотренный подход и инструментарий имеют неограниченные перспективы своего развития,

обусловленные конструктивностью системно-объектной методологии.

Из всех потенциально возможных перспектив рассмотрены: создание на основе УФО-подхода метода компьютерного представления знаний и вывода на них и связанное с этим преобразование УФО-библиотеки в систему управления организационными знаниями. Обоснованы методы и средства реализации данных возможностей.

Список литературы: 1. *Маторин С.И.* Системология и объектно-ориентированный подход (проблемы формализации и перспективы стыковки) // НТИ. Сер. 2. – 2001. – № 8. – С.1–8. 2. *Маторин С.И.* О новом методе системологического анализа, согласованном с процедурой объектно-ориентированного проектирования. Ч.2 // Кибернетика и системный анализ. 2002. – №1. – С. 118–130. 3. *Маторин С.И.* Анализ и моделирование бизнес-систем: системологическая объектно-ориентированная технология / Под ред. М.Ф. Бондаренко. – Харьков: ХНУРЭ, 2002. – 322 с. 4. *Бондаренко М.Ф., Маторин С.И., Соловьева Е.А.* Моделирование и проектирование бизнес-систем: методы, стандарты, технологии: Предис. Э.В. Попова. – Харьков: "Компания СМИТ", 2004. – 272 с. 5. *Маторин С.И., Ельчанинов Д.Б.* Применение теории паттернов для формализации системологического УФО-анализа // НТИ. Сер.2. – 2002. – № 11. – С. 1–11. 6. *Маторин С.И., Попов А.С.* "UFO-toolkit" – VI-инструментарий нового поколения [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. (1 файл). – Режим доступа: <http://citforum.ru/consulting/VI/UFO/>. 7. *Маторин С.И., Попов А.С., Маторин В.С.* Знаниеориентированный VI-инструментарий нового поколения для моделирования бизнеса // Научные ведомости БелГУ. Сер. Информатика и прикладная математика. – 2006. – №1 (21). – Вып.2. – С. 80–91. 8. *Маторин С.И., Попов А.С., Маторин В.С.* Моделирование организационных систем в свете нового подхода "Узел-Функция-Объект" // НТИ. Сер. 2. – № 1. – М.: ВИНТИ, 2005. – С. 1–8. 9. *Дубейковский В.И.* Практика функционального моделирования с AllFusion Process Modeler 4.1. Где? Зачем? Как? – М.: ДИАЛОГ – МИФИ, 2004. – 464 с. 10. *Зимовец О.А., Игрунова С.В., Маторин С.И., Трубицин С.Н.* Представление знаний с применением системологических моделей "Узел-Функция-Объект" / Материалы VIII Международной научно-технической конференции "Кибернетика и высокие технологии XXI века" (C&T 2007). – Т. 2. – Воронеж, 2007. – С. 574–582. 11. *Уткин В.Б., Балдин К.Б.* Информационные системы и технологии в экономике. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2003. – 335 с. 12. *Маторин С.И., Жихарев А.Г.* Организация библиотек в CASE-инструментарии моделирования бизнеса "UFO-toolkit" / Материалы VII Международной научно-практической конференции "Компьютерные технологии в науке, производстве, социальных и экономических процессах". – Ч.3. – Новочеркасск, 2006. – С. 23–28. 13. *Жихарев А.Г.* Проектирование средств хранения и систематизации информации в среде "UFO-toolkit" / Материалы VIII Международной научно-технической конференции "Кибернетика и высокие технологии XXI века": Сб. докладов конференции "C&T 2007". Том 2. – Воронеж, 2007. – С. 982–989.

¹⁾ *Исследования поддержаны грантом РФФИ 07-07-00206а*

Поступила в редакцию 10.10.2007