

CASE-ИНСТРУМЕНТАРИЙ UFO-TOOLKIT. АВТОМАТИЗАЦИЯ ПОСТРОЕНИЯ УФО-МОДЕЛЕЙ

Маторин В.С., Маторин С.И., Попов А.С.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники,
кафедра Социальной информатики,
Харьков-61166, пр-т Ленина, 14, (057) 702-15-91; факс: (057) 702-10-13; E-mail: si@kture.kharkov.ua

The development and perfection questions of the original knowledge oriented program CASE-tool "UFO-toolkit" are considered. The algorithm of the business-systems and business-processes models automatic building with the help of this tool is described.

Розглядаються питання розвитку та удосконалення оригінального програмного CASE-інструментарію, основанийого на знаннях – «UFO-toolkit». Наведений варіант алгоритму автоматичної побудови моделей бізнес-систем та бізнес-процесів за допомогою даного інструмента.

Введение

Специалисты по информационным технологиям (ИТ) все чаще обращают внимание на то, что, в настоящее время, начался новый специфический этап в эволюции ИТ. 80-е годы рассматривались как этап создания и развития инфраструктуры управления данными. В результате для использования данных на предприятии и развертывания программных приложений, основанных на этих данных, стали применять специальные средства – СУБД (DBMS). В 2000-е же годы начался этап создания и развития инфраструктуры управления бизнес-процессами. Результатом данного этапа является появление систем управления бизнес-процессами – СУБП (Business Process Management System – BPMS). И также как сегодня информационная работа с данными немислима без использования какой-либо СУБД, завтра информационное обеспечение бизнеса будет немислимо без соответствующей СУБП.

Основным средством информационного обеспечения бизнеса является моделирование бизнес-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». Менеджеры ИТ, а вместе с ними и специалисты по бизнесу уже осознали: перед тем как приступить к развертыванию систем управления предприятием, крайне необходимо провести моделирование бизнес-процессов, потом – оптимизацию и лишь после этого переходить к самому управлению.

В связи со сказанным выше деятельность коллектива кафедры Социальной информатики ХНУРЭ направлена на создание теоретических, методических и инструментальных средств моделирования и анализа организационных, информационных и технических систем. Приоритетной областью исследований, в настоящее время, является создание моделей бизнес-систем и средств их поддержки, а также разработка способов обеспечения их эффективного функционирования и устойчивого развития. Все исследования и разработки основываются на современном системном подходе – системологии.

В рамках этой деятельности разработана **объектно-ориентированная методология системологического анализа и проектирования** (OMSAD), которая впервые сочетает в себе возможности и преимущества системного и объектного подходов. Развитием и формализацией данной методологии является метод и алгоритм **УФО-анализа** [1]. УФО-анализ предназначен для выполнения проектов по реинжинирингу бизнес-процессов, а также может быть сориентирован на проектирование информационных или технических систем. Основу метода составляет формально-семантический алфавит элементов и связей анализируемых систем, а также их репозитории (библиотеки). Последние обеспечивают использование данного метода слабо подготовленными пользователями.

В целях автоматизации применения метода спроектирован и реализован CASE-инструментарий «**UFO-toolkit**» (авторское свидетельство №7941) [2]. UFO-toolkit является знаниеориентированным CASE-инструментарием поддержки **УФО-технологии** (системологического объектно-ориентированного) анализа и моделирования. Инструмент обеспечивает представление любой системы (подсистемы и т. д.) в виде **УФО-элемента**, т.е. трехэлементной конструкции «**Узел – Функция – Объект**». Где «**Узел**» – это точка пересечения входных и выходных связей (потоков) в структуре разрабатываемой системы; «**Функция**» – процесс перевода входа в выход, т.е. процесс, обеспечивающий баланс «втекающих» и «вытекающих» потоков/связей данного узла; «**Объект**» – субстанция, реализующая данную функцию. Суть алгоритма УФО-анализа может быть представлена следующими основными шагами:

- выявление узлов связей в структуре моделируемой системы на основании функциональных связей системы в целом;
- выявление функциональности, поддерживающей (обеспечивающей, балансирующей) обнаруженные узлы;

- определение объектов, соответствующих выявленной функциональности, т.е. ее реализующих.

При этом первый шаг может быть отождествлен с этапом собственно анализа системы, второй – с этапом ее проектирования, а третий – с ее реализацией.

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*). УФО-элементы могут храниться в специальных библиотеках для обеспечения компонентного подхода к моделированию бизнес-систем.

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 (V)*» и «*Энергетическая связь (E)*»; класс информационных связей делится на подклассы «*Связь по данным (D)*» и «*Управляющая связь (C)*». Классификация связей позволяет использовать формальные правила сборки конфигураций УФО-элементов при создании диаграмм взаимодействия (моделей).

Алгоритм построения УФО-моделей

UFO-toolkit позволяет в значительной степени автоматизировать аналитическую деятельность за счет формирования и использования библиотек (репозитариев) УФО-элементов, а также за счет использования формальных правил сборки конфигураций из этих элементов (построения диаграмм).

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*».

При сборке конфигураций УФО-элементов учитываются следующие *правила системной декомпозиции*:

1. Правило присоединения: элементы должны присоединяться друг к другу в соответствии с типами присущих им связей.
2. 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.
3. Правило реализации: при присоединении элементов друг к другу (в соответствии с правилами 1 и 2) должно быть обеспечено соответствие интерфейсов и объектных характеристик функциональным.
4. Правило замкнутости: внутренние (поддерживающие) связи/потоки элементов в системе должны быть замкнутыми.

Использование библиотек (репозитариев) УФО-элементов и формальных правил сборки конфигураций позволяет автоматизировать процесс построения диаграмм взаимодействия (УФО-моделей). Для этого необходимо перед началом моделирования, во-первых, доработать классификацию связей с учетом особенностей данного бизнеса и, в первую очередь, с учетом миссии бизнес-системы. Во-вторых, адаптировать наиболее подходящую для данного случая библиотеку УФО-элементов таким образом, чтобы она включала как можно больше частей, потенциально пригодных для моделирования (сборки) системы. В-третьих, необходимо с максимальной степенью точности и подробности описать моделируемую систему в целом в виде узла, т.е. перекрестка входных и выходных связей из доработанной классификации. В-четвертых, при моделировании бизнеса необходимо использовать только такие конфигурации, которые могут быть названы «*логистическими конфигурациями*». Данные конфигурации отличаются тем, что любой выход каждого элемента такой конфигурации или повторяет его вход, или является выходом такого типа, которого еще не было во всей этой конфигурации, начиная с входа первого элемента. Это соответствует реальной действительности, так как, если из какого-то материала или сырья сделана некоторая деталь, то никогда не происходит процесса превращения этой детали обратно в этот же материал. При выполнении названных условий построение модели бизнес-системы из частей может рассматриваться как сборка УФО-конфигурации из библиотечных УФО-элементов, которая выполняется по формальным правилам, т.е. может выполняться автоматически.

Как видно из сказанного выше, процедуры анализа и синтеза бизнес-систем в УФО-технологии зависят от тех УФО-элементов, на которые осуществляется декомпозиция системы или из которых собирается целая

система. Данное обстоятельство приводит к тому, что эффективность анализа и синтеза систем в значительной степени зависят от имеющихся в распоряжении аналитика «алфавитных» UFO-элементов или от содержания библиотеки таких элементов.

Для формального обеспечения (т.е. автоматизации) процедур системно-объектного моделирования в UFO-технологии применен математический аппарат теории паттернов Гренандера. При этом показано полное соответствие UFO-элемента элементарному объекту (паттерну первого уровня) теории паттернов – «образующей», диаграммы взаимодействия UFO-элементов паттерну следующего уровня – «конфигурации», а контекстной UFO-модели – «изображению». Кроме того, разработана паттерновая модель UFO-анализа, сформулирован и доказан ряд утверждений, определяющих требования к множеству UFO-элементов (UFO-библиотеке), необходимых для построения UFO-конфигурации, соответствующей контекстному представлению системы в виде изображения [1].

На основании этих результатов в настоящее время осуществляется реализация модуля автоматического построения диаграмм взаимодействия. Данный модуль решает задачу автоматической сборки UFO-модели из библиотечных UFO-элементов в соответствии с заданным контекстом.

Алгоритм построения диаграмм представлен на рисунке 1. На вход алгоритма подается библиотека готовых UFO-элементов и контекстная диаграмма, содержащая внешние функциональные связи системы, отражающие по сути дела, постановку задачи на разработку (рис. 2.а). Работа алгоритма начинается с поиска элемента в библиотеке, закрывающего наибольшее количество входов системы. Процесс продолжается до тех пор, пока не будут закрыты все входы системы или в библиотеке больше не останется ни одного элемента закрывающего хотя бы один вход. Найденный ряд UFO-элементов добавляется на диаграмму, после чего соединяются выходы найденных UFO-элементов совпавшие с выходами системы (рис. 2.б). Далее, если остались свободные выходы системы алгоритм выбирает UFO-элемент из библиотеки закрывающий наибольшее количество выходов системы. Процесс продолжается до тех пор, пока не будут закрыты все выходы системы или в библиотеке больше не останется ни одного элемента закрывающего хотя бы один выход (рис. 2.в). Далее алгоритм повторяется с начала, но теперь входами системы являются выходы найденного ряда входных элементов, а выходами входы найденного ряда выходных элементов (рис. 2.г). Таким образом, алгоритм является рекурсивным и строит диаграмму по слоям, одновременно двигаясь от входов и выходов системы. Условием останова алгоритма является закрытие всех выходов системы или достижение максимально допустимого уровня вложенности. Библиотека, поданная на вход алгоритма, может не содержать необходимых UFO-элементов, поэтому на построенной диаграмме могут остаться «висячие» связи. В процессе работы алгоритма элементы из библиотеки выбираются таким образом, чтобы ни одна из последовательностей UFO-элементов не содержала одинаковых связей. Это ограничение позволяет устранить заикливание алгоритма.

Перспективы развития UFO-toolkit

Работы по совершенствованию CASE-инструмента ведутся в нескольких основных направлениях.

Формализация и автоматизация создания библиотек UFO-элементов. Если применение **UFO-toolkit** с готовой библиотекой для решения конкретной задачи представляет собой достаточно простой и формализованный процесс, то построение новой библиотеки является творческой работой. Для ее выполнения необходимо привлечение большого числа разнородной текстовой и экспертной информации о рассматриваемой предметной области. При этом для анализа и систематизации этой информации должны применяться как принципы системного, так и объектного подхода, что обеспечено в настоящее время в рамках методологии OMSAD. Формализация и автоматизация создания библиотеки UFO-элементов могут быть обеспечены, в свою очередь, путем решения следующих научно-практических задач:

- создание базовой категориальной библиотеки для абстрактной бизнес-систем;
- создание категориальных библиотек для отдельных классов бизнес-систем;
- разработка технологии специализации библиотек;
- определение и формализация механизма наследования для библиотек.

Решение этих задач позволит рассматривать библиотеку UFO-элементов как самостоятельный, имеющий потребительскую стоимость, продукт деятельности информационного аналитика.

Автоматизация построения UFO-моделей. В перспективе CASE-инструмент должен учитывать при автоматической сборке UFO-конфигураций (построении диаграмм взаимодействия) функциональные ограничения и количественные требования, предъявляемые к бизнес-процессу. Для этого алгоритм автоматического построения диаграмм должен учитывать как функциональные характеристики UFO-элементов, так и их объектные характеристики. Рассматривается возможность применения генетических алгоритмов для получения приемлемого по быстродействию и качеству алгоритма построения UFO-моделей. Это позволит при использовании UFO-библиотек с большим количеством хранимых UFO-элементов и генерации множества вариантов диаграмм взаимодействия по узловым характеристикам обеспечить обоснованное их сокращение и оптимизацию.

Данное направление совершенствования **UFO-toolkit** тесно связано с задачей имитационного моделирования.

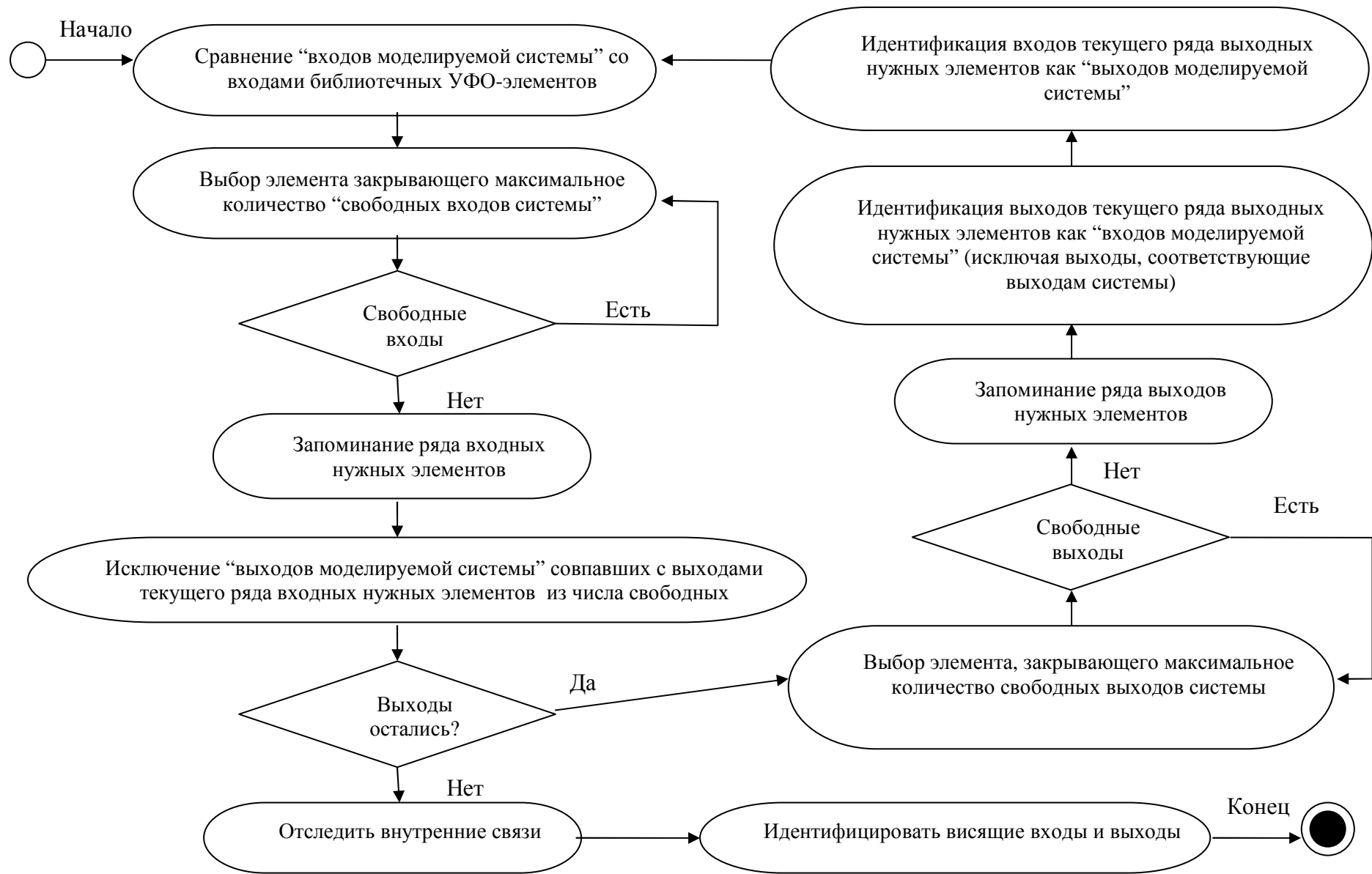
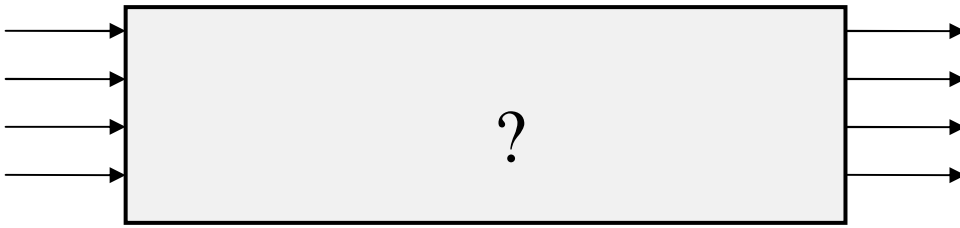
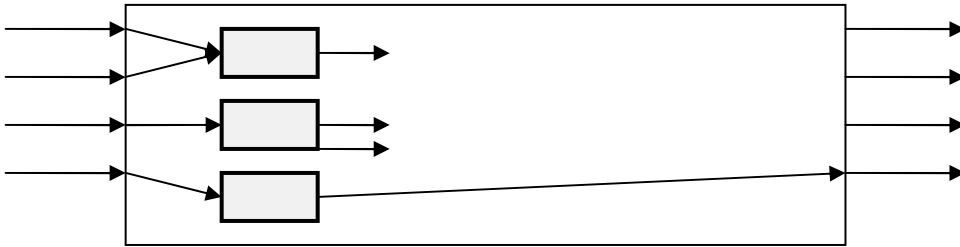


Рис. 1. Алгоритм автоматического построения диаграмм.

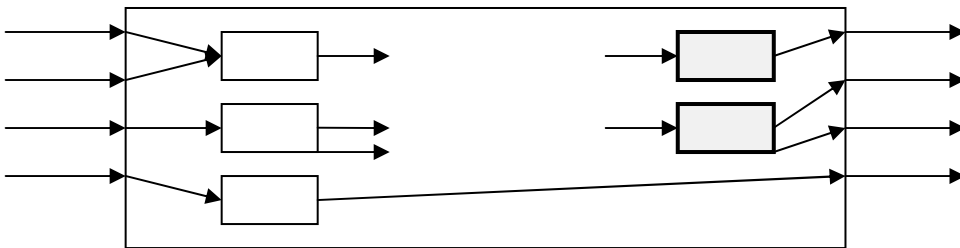
а:



б:



в:



г:

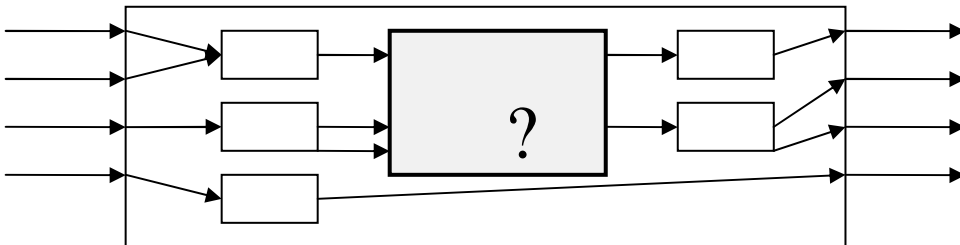


Рис. 2. Иллюстрация работы алгоритма автоматического построения диаграмм.

Обеспечение имитационного моделирования. Известно, что «анализ характеристик процессов функционирования больших систем с помощью только аналитических методов исследования наталкивается обычно на значительные трудности, приводящие к необходимости существенного упрощения моделей либо на этапе их построения, либо в процессе работы с моделью, что может привести к получению недостоверных результатов» [3, стр. 8-9]. В связи с этим разработчики СУБП постоянно говорят о целесообразности обеспечения имитационного моделирования бизнес-процессов. Кроме того, проведение «экспериментов с имитационными моделями больших систем позволяет проводить не только анализ их характеристик, но и решать задачи структурного, алгоритмического и параметрического синтеза таких систем» [там же].

Задача имитации функционирования системы на ее объектной модели приводит к необходимости моделирования различных функциональных (аналитических, логических и т.д.) зависимостей. Для решения данной задачи в рамках проекта разработан специальный язык сценариев (scripting language), а также компилятор и интерпретатор для него. Данный язык позволяет описывать и визуализировать поведение объектов, рассматриваемых как функциональные элементы разрабатываемой системы, на этапе динамического (имитационного) моделирования [4].

Такое моделирование должно поддерживаться развитыми средствами анимации, семантически согласованными с моделируемым бизнес-процессом. Функционально же оно должно обеспечивать определение «заторов» и «простоев» в бизнес-системе, а также расчет количественного показателя выполнения бизнес-процесса.

Выводы

В работе рассмотрен программный пакет UFO-toolkit, представляющий собой знаниеориентированный CASE-инструментарий, т.е. CASE-инструментарий нового поколения. Представленный алгоритм автоматического построения диаграмм взаимодействия UFO-элементов позволяет в значительной степени снизить трудоемкость процедур анализа и синтеза сложных систем. Рассмотренные перспективы развития UFO-toolkit позволяют говорить о большом потенциале данного программного инструмента.

Литература

1. *Маторин С. И.* Анализ и моделирование бизнес-систем: системологическая объектно-ориентированная технология / Под ред. М. Ф. Бондаренко. Предисл. Э.В. Попов. Харьков: ХНУРЭ, 2002. 322с.
2. *Маторин В.С., Маторин С.И., Полунин Р.А., Попов А.С.* Знаниеориентированный CASE-инструментарий автоматизации UFO-анализа // Проблемы программирования. 2002. № 1-2. Специальный выпуск. С.469-476.
3. *Советов Б.Я., Яковлев С.А.* Моделирование систем. М.: Высш. шк., 1998. 319с.
4. *Попов А.С.* О новом языке сценариев для объектного имитационного моделирования // Радиотехника и информатика 2002 . № 1. С. 114-116.