

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ СРЕДСТВАМИ ARIS TOOLSET 6

Ключевые слова: структурное моделирование, имитационное моделирование, сложная система, система массового обслуживания, бизнес-процесс, программная система Aris, сущность (транзакт), генератор сущностей, обслуживающий аппарат (ОА).

Приводится описание методики структурного и имитационного моделирования сложных систем в программной среде Aris, позволяющим вводить структуры моделируемых систем в графическом виде. Приведено 3 наиболее характерных модели систем массового обслуживания.

Keywords: structural modeling, simulation, complex system, queuing system, business process software system Aris, essence (transact), generator entities serving apparatus (SA).

This article describes the methodology of structural modeling and simulation of complex systems in a software environment Aris, allows you to enter the structure of the simulated systems in graphical form. 3 shows the most typical model of queuing systems.

Введение

Под сложными системами будем понимать совокупности элементов, связанных между собой так, что все вместе они образуют некоторую общность [1]. Системы можно исследовать с различных точек зрения. Большой класс систем, в том числе и систем обработки информации, в формализованном виде представляются системами массового обслуживания (СМО). Структурные модели позволяют проводить качественный анализ СМО. Имитационные и аналитические модели – количественный анализ [1-3]. Функционирование сложных систем в последнее время начали называть бизнес-процессами, понимая под ними любую систематическую деятельность. В настоящее время для моделирования СМО начали широко применять программные средства, позволяющие осуществлять графический ввод их структурных схем. Краткий обзор возможностей таких систем приведён в [4].

Для сохранения конкурентной способности программной системы GPSS W в фирме ОАО «Элина» г. Казань разработано расширение редактора, позволяющее вводить структуры моделируемых процессов в графическом виде [5]. Структурное и имитационное моделирование СМО с экономическим уклоном успешно реализуется программными средствами систем BPwin-Arena [6]. Перспективной является и система имитационного моделирования Simulink, позволяющая для обработки результатов моделирования эффективно использовать большое количество процедур пакета прикладных программ MatLab [7]. Можно сказать, что чем больше систем хороших и разных, тем лучше. Нужно дать возможность пользователям выбирать средства моделирования в зависимости от предметной области, в которой они проводят исследование и собственных пристрастий. Поэтому будет весьма полезно рассмотреть по единой методике со статьями [5-7] ещё одну систему структурного моделирования - Aris [8]. По нотации системы Aris разработаны 9 различных модификаций [9] и только одна из них Aris Toolset

[10] позволяет строить структурные и имитационные модели и проводить моделирование, остальные модификации можно использовать только для построения структурных моделей.

ARIS (Architecture of Integrated Information Systems) – методология и тиражируемый программный продукт для моделирования бизнес-процессов организаций. Продукт и методология принадлежат немецкой компании Software AG как результат поглощения компании IDS Scheer автора методологии Августа-Вильгельма Шеера. ARIS разработали в 1990 году.

Более того, архитектура ARIS явилась основой ARIS Toolset – инструментальной среды, разработанной компанией IDS Scheer AG. Инструментарий ARIS позволяет проводить построение, анализ и оценку рабочих процессов компании в терминах методологии организации бизнес-процессов. Кроме того, ARIS предоставляет достаточно простые средства для документирования и моделирования процессов.

Методология ARIS предполагает определенный подход к формализации информации о деятельности организации и представление ее в виде графических моделей, удобном для понимания и анализа. Модели, создаваемые по методологии ARIS, отражают существующую ситуацию с той или иной степенью приближенности. Степень детализации зависит от целей проекта, в рамках которого проводится моделирование. Модели ARIS могут быть использованы для анализа и выработки различного рода решений по реорганизации деятельности предприятия, в том числе по внедрению информационной системы управления, разработке систем менеджмента качества. Методология ARIS реализует принципы структурного анализа и позволяет определить и отразить в моделях основные компоненты организации, протекающие процессы, производимую и потребляемую продукцию, используемую информацию, а также взаимосвязи между ними. Создаваемые модели представляют собой документированную совокупность знаний о системе управления, включая организационную

структуру, протекающие процессы, взаимодействия между организацией и субъектами рынка, состав и структуру документов, последовательность шагов процессов, должностные инструкции отделов и их сотрудников.

Стоимость Aris Toolset составляет 9600 долларов, а ежегодное обновление 4800 долларов. Бесплатная версия ARIS Express. Он идеально подходит для новичков в области BPM. ARIS Express базируется на проверенной методологии ARIS и промышленных стандартах. Его интуитивный пользовательский интерфейс и инновационные функции моделирования обеспечивают стабильный результат. Эта бесплатная версия ориентирована на университеты и студентов, а также на новичков в сфере BPM и обычных пользователей, не слишком продвинутых в ИТ.

Разновидности моделей и диаграмм, используемых в системе Aris Toolset:

1. Модели процессов.
2. Диаграммы организационных структур.
3. Диаграммы распределения функций.
4. Диаграммы событий.
5. Модели расписания рабочего времени.

Для построения моделей, используется событийная цепочка процессов на основе диаграммы eEPC (англ. *extended event-driven process chain*) – метод описания процессов. Формируемые модели предназначены для детального представления процессов, выполняемых в рамках одного или нескольких подразделений, или отдельными сотрудниками. Они позволяют выявлять взаимосвязи между организационной и функциональной моделями. Модель eEPC отражает последовательность действий в рамках одного бизнес-процесса, которые выполняются организационными единицами, а также ограничения по времени, налагаемые на отдельные функции. Для каждой функции могут быть определены начальное и конечное события, ответственные исполнители, материальные и документальные потоки (входы, выходы, ресурсы) в модели, а также проведена декомпозиция на более низкие функции (подфункции и т.д.). Модель eEPC является наиболее информативной и удобной при описании деятельности подразделений организации.

Наиболее часто используемые в модели eEPC объекты приведены в таблице 1.

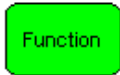

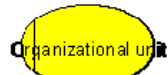
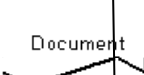
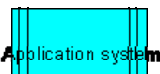

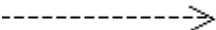

Диаграмма eEPC построена на следующих определенных семантических правилах описания:

1. Каждая функция должна быть инициирована событием и должна завершаться событием.
2. В каждую функцию не может входить более одной стрелки, «запускающей» выполнение функции, и выходящей не более одной стрелки, описывающей завершение выполнения функции.

Бизнес-процесс в нотации eEPC представляет собой последовательность процедур, расположенных в порядке их выполнения. Следует отметить, что реальная длительность выполнения

процедур в eEPC визуально отражена быть не может. Это приводит к тому, что при создании моделей возможны ситуации, когда на одного исполнителя будет возложено выполнение двух задач одновременно. Используемые при построении модели символы логики позволяют отразить ветвление и слияние бизнес-процесса.

Таблица 1 – Основные объекты диаграммы eEPC

Наименование, описание	Графическое представление
Функция. Объект «Функция» служит для описания функций (процедур, работ), выполняемых подразделениями/сотрудниками предприятия	
Событие. Объект служит для описания реальных состояний системы, влияющих и управляющих выполнением функций	
Организационная единица. Объект, отражающий различные организационные звенья предприятия (например, управление или отдел)	
Документ. Объект, отражающий реальные носители информации, например бумажный документ	
Прикладная система. Объект отражает реальную прикладную систему, используемую в рамках технологии выполнения функции	
Кластер информации. Объект характеризует данные, как набор сущностей и связей между ними. Используется для создания моделей данных	
Стрелка связи между объектами. Объект описывает тип отношений между другими объектами, например – активацию выполнения функции некоторым событием	
Логическое правило (И, ИЛИ, ИСКЛ. ИЛИ). Логические операторы, определяющие связи между событиями и функциями в рамках процесса. Позволяют описать ветвление процесса	

Помимо указанных в таблице 1 основных объектов, при построении диаграммы eEPC могут быть использованы и другие объекты. Применение большого числа различных объектов, связанных различными типами связей значительно увеличивает размер модели и делает ее плохо читаемой. Для понимания смысла диаграммы eEPC достаточно рассмотреть основные используемые типы объектов и связей.

Для начала работы необходимо построить структурную модель (схему). После построения схемы необходимо задать временные атрибуты для блоков. Это очень удобно делать в меню, которое

есть у каждого блока. Так в блоке «Событие» есть возможность задать (записать) такие атрибуты, как частота, вероятность и приоритет. Далее необходимо «вдохнуть жизнь» в нашу модель. Это тоже достаточно простое действие. В меню выбираем пункт меню Evaluation/Simulation/Simulate. Во время симуляции можно наблюдать анимацию (возле блоков указывается количество поступивших и обработанных транзактов). После запуска модели можно просмотреть отчет с результатами моделирования. Он представляет собой несколько таблиц, которые в принципе можно объединить в одну.

Далее рассмотрим три сравнительно несложных модели информационных систем.

Модель 1

СМО, включает в себя генератор транзактов (ГТ) (равномерный закон 10 ± 6), очередь неограниченной длины, обслуживающий аппарат (ОА) (равномерный закон 9 ± 7). Промоделировать обслуживание 200 транзактов. Построенная пользователем структурная модель включает в себя следующие объекты (блоки): generate – генератор транзактов; buf – очередь неограниченной длины; device – обслуживающий аппарат; advance – задержка транзактов; terminate – вывод транзактов из модели. Структурная модель с результатами моделирования приведена на рис. 1.

Number of created processes - Количество созданных транзактов

Number of finished processes- Количество вышедших транзактов.

Number of executed functions - Количество выполненных функций.

Number in Processed - Количество функций, выполнение которых не завершено к окончанию периода динамического моделирования.

Number carried out - Количество выполненных функций.

Static Wait Time Sum- Суммарное время статического ожидания по функциям.

Processing Time Sum- Время выполнения функций.

Number of process instantiations - Частота появления процесса в данном событии.

Number of Activations - Количество транзактов, вышедших из данного события.

Degree of Activations - Соотношение между количеством входных и выходных транзактов процесса.

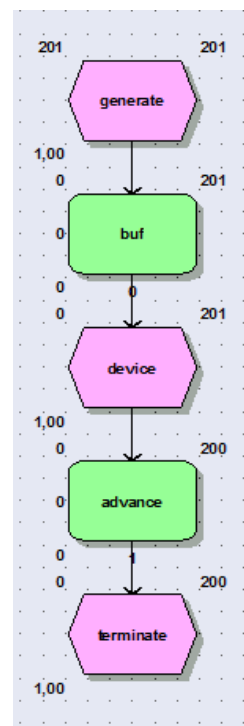


Рис. 1 – Структурная модель модели 1 с результатами моделирования

Отчет:

► Number of creat	201
Number of finish	200
Number of exec	200
Number static w	0
Number dynami	0
Number of interr	0
Number in orien	0
Number of interr	0
Number in proc	1
Static wait time	0000:00:00:00
Dynamic wait ti	0000:00:00:00
Orientation time	0000:00:00:00
Sum of the inter	0000:00:00:00
Processing time	0000:02:50:26
Sum of the inter	0000:00:00:00

a

	Number carried out	Dynamic wait time sum	Processing time sum	Orientation time sum	Static wait time sum
advance	200	0000:00:00:00	0000:02:50:27	0000:00:00:00	0000:00:00:00
buf	201	0000:00:00:00	0000:00:00:00	0000:00:00:00	0000:00:26:49

б

	Number of process instantiations	Number of activations	Number of non-activations	Degree of activation
device	0	201	0	1,00
terminate	0	200	0	1,00
generate	201	201	0	1,00

в

Рис. 2. – а) Process Statistic – Совокупная статистика по процессу, б) Event statistic – Совокупная статистика по функциям (б)), Function statistic (Совокупная статистика по событиям (в))

По результатам моделирования отметим, что время обработки равно 2:50:27 единиц времени; время ожидания в очереди равно 26:49 единиц времени; количество созданных транзактов 201; количество обслуженных транзактов равно 200. В модели остался один транзакт; общее время пребывания транзакта в системе равно 3:17:16 единиц времени.

Модель 2. СМО с генераторами транзактов с нулевым и первым приоритетами. Для нулевого приоритета ГТ (равномерный закон 10 ± 4) – очередь неограниченной длины – ОА (равномерный закон 8 ± 5). Для первого приоритета ГТ (равномерный закон 150 ± 60) – очередь неограниченной длины – ОА (экспоненциальный закон, среднее 25). Отказы транзактам с нулевым приоритетом при поступлении транзактов с первым приоритетом. Промоделировать обслуживание 200 транзактов. Построенная пользователем структурная модель включает в себя следующие объекты (блоки): generate1, generate2 – генераторы транзактов; buf1, buf2, – очереди неограниченной длины; oa1, – обслуживающий аппарат; device1-задержка транзактов; terminate – вывод транзактов из модели; логическое исключающее «или». Структурная модель с результатами моделирования приведена на рис.3.

По результатам моделирования отметим, что время обработки равно 0000:00:09:35 единиц времени; время ожидания в очереди 1 равно 0000:00:21:42 единиц времени; время ожидания в очереди 2 равно 0000:00:26:10 единиц времени; количество созданных транзактов с первым приоритетом 184; количество созданных транзактов с первым приоритетом 16; количество обслуженных транзактов равно 88, остальные 112 ушли на отказ; общее время пребывания транзакта в системе равно 57:31 единиц времени.

Модель 3. СМО генератор транзактов (равномерный закон 10 ± 3) – восемь устройств (равномерный закон 100 ± 50 для каждого). Выбор устройства по правилу «первый свободный с наименьшим номером». Если все устройства заняты транзакт получает отказ. Промоделировать обслуживание 200 транзактов.

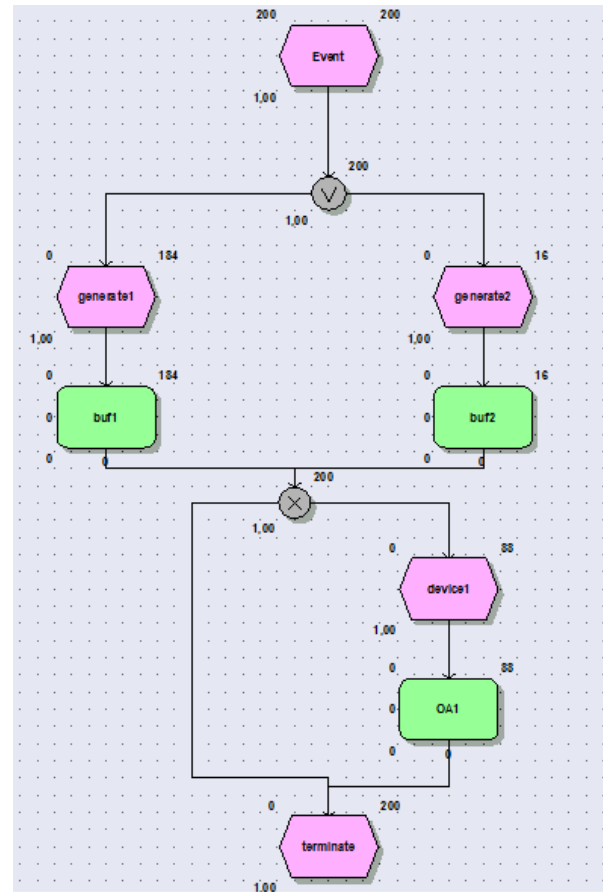


Рис. 3 – Структурная модель примера 2 с результатами моделирования

Построенная пользователем структурная модель включает в себя следующие объекты (блоки): generate3 – генератор транзактов; логическое исключающее «или»; ust1 – ust8 – обслуживающие аппараты; terminate3 – вывод транзактов из модели. Структурная модель с результатами моделирования приведена на рис. 4.

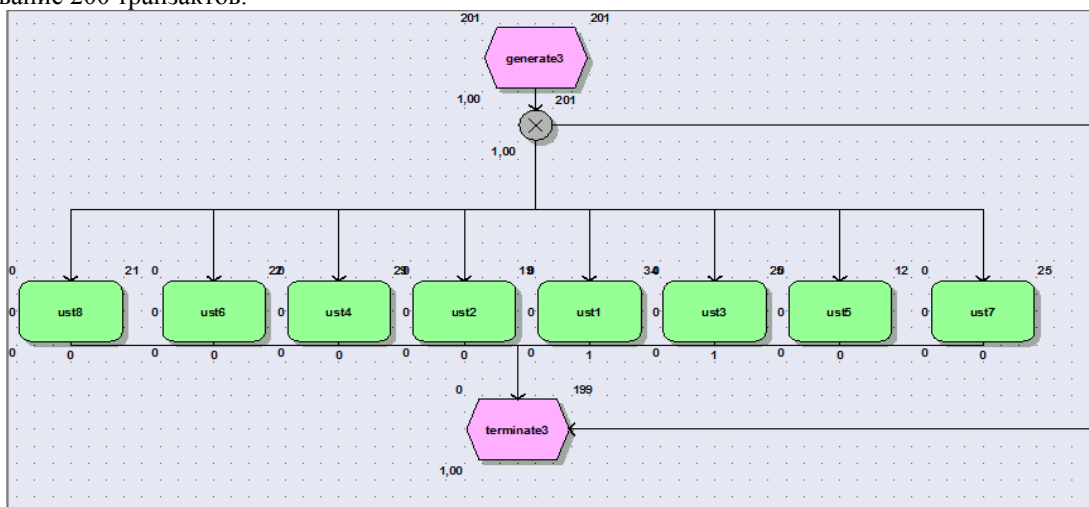


Рис.4. – Структурная модель модели 3

Результаты моделирования приведены ниже на рис. 5.

	Number of process instantiations	Number of activations	Number of non-activations	Degree of activation
generate3	200	200	0	1,00
terminate3	0	200	0	1,00

a

	Number carried out	Dynamic wait time sum	Processing time sum	Orientation time sum	Static wait time sum
ust5	12	0000:00:00:00	0000:00:25:48	0000:00:00:00	0000:00:00:00
ust3	26	0000:00:00:00	0000:00:54:51	0000:00:00:00	0000:00:00:00
ust6	22	0000:00:00:00	0000:00:46:22	0000:00:00:00	0000:00:00:00
ust7	25	0000:00:00:00	0000:00:51:35	0000:00:00:00	0000:00:00:00
ust1	34	0000:00:00:00	0000:01:13:19	0000:00:00:00	0000:00:00:00
ust2	19	0000:00:00:00	0000:00:40:30	0000:00:00:00	0000:00:00:00
ust4	29	0000:00:00:00	0000:00:58:12	0000:00:00:00	0000:00:00:00
ust8	21	0000:00:00:00	0000:00:43:54	0000:00:00:00	0000:00:00:00

б

Number of creat	200
Number of finish	200
Number of exec	200
Number static w	0
Number dynami	0
Number of interr	0
Number in orien	0
Number of interr	0
Number in proc	0
Static wait time	0000:00:00:00
Dynamic wait ti	0000:00:00:00
Orientation time	0000:00:00:00
Sum of the inter	0000:00:00:00
Processing time	0000:06:34:30
Sum of the inter	0000:00:00:00

в

Рис. 5 – а) Event statistic – Совокупная статистика по функциям б) Function statistic – Совокупная статистика по событиям в) Process Statistic (Совокупная статистика по процессу)

По результатам моделирования отметим, что устройства сравнительно сильно загружены, к первому устройству пришло больше всех транзактов – 34, а к восьмому – 21. В систему для обслуживания поступил 200 транзактов, на отказ ушло 12 транзактов. Время моделирования составляет 6:34:30 единиц времени.

Выводы

По результатам имитационного моделирования 3 примеров можно сделать следующие выводы о системе Aris Toolset.

Достоинства:

1. Наглядное представление структурной модели и основных результатов моделирования.
2. Наличие возможностей моделирования сложных систем из различных предметных областей.

3. Использование блоков и задание только параметров.

Недостатки:

1. Неудобная установка Aris Toolset (несовместимость с операционной системой Windows последних версий)
2. Малое количество пособий, методических материалов по моделированию в системе Aris Toolset.

Система Aris Toolset в основном предназначена для разработки структурных моделей сложных бизнес-процессов, без перехода к имитационному моделированию и основной задачей структурной модели является указание взаимосвязи между различными моделями и диаграммами с дальнейшей возможностью интеграции всех моделей в одну систему, что является её неоспоримым достоинством.

ЛИТЕРАТУРА

1. Якимов И.М. Компьютерное моделирование. Учебное пособие. Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2008. 220с
2. Кирпичников А.П. Прикладная теория массового обслуживания. Казань: Изд-во Казан. гос. ун-та, 2008. – 112 с.
3. Кирпичников А.П. Методы прикладной теории массового обслуживания. Казань: Изд-во Казан. гос. ун-та, 2011. – 200 с.
4. Якимов И.М., Мокшин В.В. Системы структурного и имитационного моделирования бизнес-процессов. Труды Республиканского научного семинара «Моделирование систем». Вып.5.- Казань: Изд-во Фэн, 2013. – С. 203-236.
5. Якимов И.М., Старцева Ю.Г., Кирпичников А.П., Мокшин В.В. Моделирование сложных систем в среде GPSS W с расширенным редактором. Вестник Казанского технологического университета. 2014. Т. 17. № 4. С. 298-303.
6. Якимов И.М., Кирпичников А.П., Мокшин В.В., Костюхина Г.В., Шигаева Т.А. Комплексный подход к моделированию сложных систем в системе BPwin-Arena. Вестник Казанского технологического университета. 2014. Т. 17. № 6. С. 287-292.
7. Репин В.В., Елиферов В.Г. Процессный подход к управлению. Моделирование бизнес-процессов. – М.: РИА «Стандарты и качество», 2004. – 408 с.

8. Войнов И. В., Пудовкина С. Г., Телегин А. И. Моделирование экономических систем и процессов. Опыт построения ARIS-моделей: Монография. – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2002. – 392с.
9. Клебанов Б.И., Чернишев Е.Н. Методические указания к лабораторным работам по CASE-пакету Aris Toolset. Екатеринбург, 2002. 29с.
10. <http://www.slideshare.net/SannikovSergei/aris-24279200>.

© **И. М. Якимов** – канд. техн. наук, профессор кафедры автоматизированных систем обработки информации и управления КНИТУ им А.Н. Туполева; **А. П. Кирпичников** – д-р физ.-мат. наук, зав. кафедрой интеллектуальных систем и управления информационными ресурсами КНИТУ, kirpichnikov@kstu.ru; **С. В. Матвеева** – бакалавр кафедры автоматизированных систем обработки информации и управления КНИТУ им А.Н.Туполева; **В. В. Мокшин** – канд. техн. наук, доцент кафедры автоматизированных систем обработки информации и управления КНИТУ им А.Н.Туполева, vladimir.mokshin@mail.ru; **К. А. Фролова** – бакалавр кафедры автоматизированных систем обработки информации и управления КНИТУ им А.Н.Туполева, ksuf@bk.ru.

© **I. M. Yakimov** – PhD, Professor of the Department of Automated Information Processing Systems & Control, KNRTU named after A.N. Tupolev; **A. P. Kirpichnikov** – Dr. Sci, Head of the Department of Intelligent Systems & Information Systems Control, KNRTU, kirpichnikov@kstu.ru; **S. V. Matveeva** – Bachelor of the Department of Automated Information Processing Systems & Control, KNRTU named after A.N. Tupolev; **V. V. Mokshin** – PhD, Associate Professor of the Department of Automated Information Processing Systems & Control, KNRTU named after A.N. Tupolev, vladimir.mokshin@mail.ru; **K. A. Frolova** – Bachelor of the Department of Automated Information Processing Systems & Control, KNRTU named after A.N. Tupolev, ksuf@bk.ru.