

УДК 519.688

И.В. Романишена, Т.А. Колесникова

Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Харьков

РАЗРАБОТКА ИММИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ВИРТУАЛЬНОГО ИЗДАТЕЛЬСКО-ПОЛИГРАФИЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Виртуальное издательско-полиграфическое предприятие представляет собой особый интерес, как предприятие, позволяющее интегрировать уникальный опыт, производственные возможности и передовые технологии ряда предприятий для некоторого проекта, который они не могут выполнить в отдельности. В данной работе изучено понятие «виртуальное предприятие» как структурная форма построения издательско-полиграфического предприятия. Предложена имитационная модель предприятия, проведен анализ и выполнен расчет эффективности работы предприятия.

Ключевые слова: виртуальное предприятие, система массового обслуживания, имитационная модель, *simulink*.

Введение

Постановка проблемы. Сегодня, по данным Google Trend [5], растет спрос на полиграфическую продукцию, выполненную по требованиям заказчика. Производителю необходимо четко выдерживать баланс между ценой, качеством и сроками выполнения. Отмеченные факторы, а также развитие сетевых технологий обуславливают необходимость появления и развития новых форм организации и управления – виртуальных предприятий. Такие формы предприятия обладают большей управляемостью, способностью быстро адаптироваться к изменениям окружающей среды, разрабатывать и внедрять инновации.

Остается нерешенным ряд теоретических и практических вопросов, связанных с формированием и принятием управленческих решений по планированию виртуального предприятия в онлайн-среде. Возможность обеспечения интенсивного экономического роста с одновременным значительным сокращением потребления ресурсов является главным преимуществом создания виртуальных предприятий, именно поэтому исследования в этой области приобретают особую актуальность.

Виртуальное издательско-полиграфическое предприятие представляет собой особый интерес, как предприятие, позволяющее интегрировать уникальный опыт, производственные возможности и передовые технологии ряда предприятий для некоторого проекта, который они не могут выполнить в отдельности.

Анализ последних исследований и публикаций. Среди публикаций можно найти достаточное количество работ, которые направлены на изучение новых форм предпринимательской деятельности, разработку моделей и методов управления рисками организации виртуальных предприятий, оценку эффективности вложения средств в них.

В работе Песикова Э.Б. «Построение виртуального предприятия и управление рисками с помощью

метода анализа иерархий и статистического моделирования» рассматривается один из возможных подходов к построению виртуального предприятия и управлению риском стратегии, основанный на применении метода анализа иерархий, статистической модели финансовых потоков предприятия и имитационной системы «AnyLogic» [6].

В диссертационной работе Тараненко Е.Ю. «Методы и модели управления рисками виртуального издательско-полиграфического предприятия» предлагается один из возможных подходов к оценке и управлению рисками предприятия, основанный на применении инструментов стратегического менеджмента и статистического моделирования [8].

В статье авторов Брусаковой И.А., а также Деревянко П.М. «Оценка эффективности инвестиций в виртуальное предприятие» авторы предлагают собственную реализованную методику оценки финансовой деятельности виртуальных предприятий, что позволит в будущем реализовать эффективное управление бизнес-процессами виртуальных цепочек, охватывающих все циклы производства [7].

Исследованием новых организационных форм ведения бизнеса занимались такие ученые, как В.Б. Тарасов, С.М. Авдошин, А.В. Катаев, Р.В. Соколов, Г.В. Бережнов, А.В. Архипов и зарубежные исследователи, такие как Х.А. Вютрих, А.Ф. Филипп, Дж. Липизек, Р. Майлс.

Формулировка цели статьи. Целью статьи является разработка имитационной модели виртуального издательско-полиграфического предприятия. Для реализации цели исследования необходимо решить следующие задачи:

- на выбранном предприятии проанализировать структуру производства полиграфической продукции;
- создать и проанализировать имитационную модель полиграфического предприятия;
- построить имитационную модель виртуального издательско-полиграфического предприятия,

позволяющую качественно организовывать полиграфическую деятельность;

– оценить работу имитационной модели виртуального предприятия путем сравнения результатов исследуемой модели с моделью реального цифровой типографии.

Изложение основного материала

Рассмотрим типовую организационную структуру, бизнес и технологические процессы, которыми определяется деятельность типографии, осуществляющей выполнение заказов цифровым способом. Следует отметить, что деятельность такого рода предприятий направлена на удовлетворения индивидуальных потребностей каждого из заказчиков, которые обращаются в типографию, организационная структура такого предприятия представлена на рис. 1.

Заказ, поступивший в полиграфию, выполняется по определенному алгоритму с условиями. Этот алгоритм является основой для построения имитационной модели предприятия и позволит проанализировать его деятельность и ключевые показатели работы.

Для построения имитационно модели цифровой типографии используется среда моделирования Simulink и ее библиотека SimEvent. С помощью SimEvents можно моделировать и проектировать распределенные системы управления событийно-управляемые процессы, такие, например, как стадии производственного процесса для определения потребностей в ресурсах и оценки узких мест производства.

В статье рассмотрен рабочий день в цифровой типографии, продолжительность которого составляет 8 часов. Для упрощения моделирования это время было переведено в минуты и равно 480 минутам. Также исходными условиями задачи является статистическое наблюдение, что 30% входящих заказов требуют изготовления макета дизайнером типографии. А также что 10% из входящих заказов нуждаются в доставке. Количество менеджеров приема заказов – 2, соответственно 2 канала поступления заявок в систему. Число

мест в очереди – 7. Интенсивность обслуживания клиентов от 5 до 20 минут, а интенсивность поступления заявок каждые 23 ± 8 минут. Для реализации модели использованы такие блоки:

– 2 блока Time-Based Entity Generator, 3 блока Uniform Random Number, 2 блока Event Based Random Number – для создания потока заявок и моделирования случайных событий в процессе работы типографии;

– 9 блоков FIFO Queue – для создания очередей на определенных этапах производственного процесса;

– 9 блоков Single Server, которые служат для выполнения операций;

– 3 блока Path Combiner для объединения разных операций в одну;

– 4 блока Output Switch для передачи разных данных на разные выходы модели;

– 9 блоков Single Scope и блоки Display для выведения графиков статистических данных и отображения количественных показателей (табл. 1);

– 2 блока Sink для выведения результатов обработки заявок в конце имитационного этапа.

В результате моделирования получена имитационная модель, показанная на рис. 2.

Проанализировав показатели эффективности предприятия в условиях задачи имитационного моделирования, было принято решение о реформировании работы рассматриваемого предприятия. Принято решения построения виртуального предприятия на базе цифровой типографии. Это решение преследует следующие цели:

– улучшение эффективности работы предприятия (увеличения количества обрабатываемых заказов);

– более полного удовлетворения требований заказчика (увеличения разнообразия используемых материалов и ассортимента выпускаемой продукции);

– проведения эксперимента организации виртуального предприятия в рамках кооперации с другими предприятиями.

Идея создания виртуального предприятия заключается в том, что компании-партнеры создают собственную ресурсную базу, которая доступна для других членов, а также компаний, которые принимают участие в работе виртуального предприятия на временной основе. Это, в свою очередь, позволяет формировать общую компетенцию организации. На рис. 3 показана схема взаимодействия агентов внутри виртуального предприятия.



Рис. 1. Структурная схема цифровой типографии

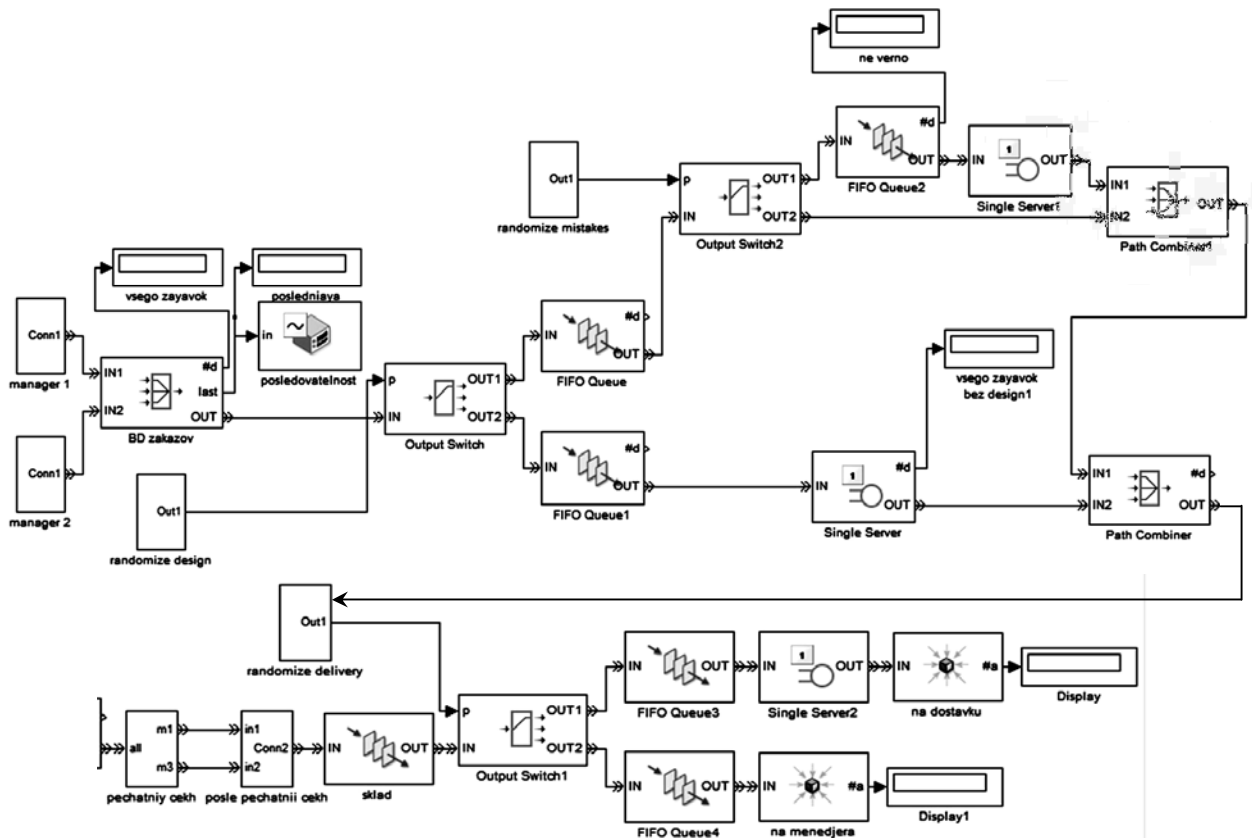


Рис. 2. Имитационная модель цифровой типографии

Показатели работы имитационной модели цифровой типографии

Показатель	Значение
Всего поступило заявок	59
Заявок поступило на 1-го менеджера	46
Текущая длина очереди 1-го менеджера	6
Средняя длина очереди	2,776
Среднее время обслуживания 1-м менеджером	12,06
Всего обслужено 1-м менеджером	39
Заявок поступило на 2-го менеджера	20
Среднее время обслуживания 2-м менеджером	11,43
Неверно подготовленных макетов	35
Выполненных заказов за день без доставки	32
Выполненных заказов за день с доставкой	2

Таблица 1



Рис. 3. Схема взаимодействия внутри виртуального предприятия

Также, как и при моделировании деятельности цифровой типографии, рассматривается деятельность виртуального предприятия за 480 минут. В условии задачи указано, что 40% входящих заказов требуют изготовления макета в рекламном агентстве, другие же 50% создают его через конструктор. А также что 90% из входящих заказов заранее определили услугу доставки, а 10% требуют участия логистики и определения маршрута и способа доставки. Число каналов – 1, время обработки заявки – 6 секунд, интенсивность поступления заявок в систему – каждые 10 минут. Для реализации имитационной модели виртуального предприятия использованы такие блоки:

- 1 блок Time-Based Entity Generator, 2 блока Uniform Random Numder, – для создания потока заявок и моделирования случайных событий в процессе работы виртуальной типографии;
- 9 блоков FIFO Queue – имитирует скопление заявок;
- 4 блока Single Server и 3 блока N-Server, которые выполняют определенные операции технологического процесса;
- 4 блока Path Combiner для объединения разных операций в одну;
- 1 блок Output Switch для разгруппировки этапов цикла;
- 7 блоков Single Scoop и 11 блоков Display для выведения графиков и количества обработанных заявок на разных этапах;

– 2 блока Sink для вывода обработанных заказов.

В результате моделирования получена имитационная модель, показанная на рис. 4. Показатели работы имитационной модели виртуального предприятия за 480 минут приведены в табл. 2.

Используя формулы расчета показателей эффективности многоканальной СМО с ограниченной

очередью, получим данные для реального предприятия на основе следующих данных:

- $t_{об}$ – время обслуживания = 12,5 мин;
- n – число каналов в СМО = 2;
- λ – интенсивность поступления заявок = 0,1229;
- μ – интенсивность обслуживания заявок = 0,08;
- $\rho = \lambda/\mu$ – коэффициент загрузки СМО = 1,536;
- m – число мест в очереди = 7.

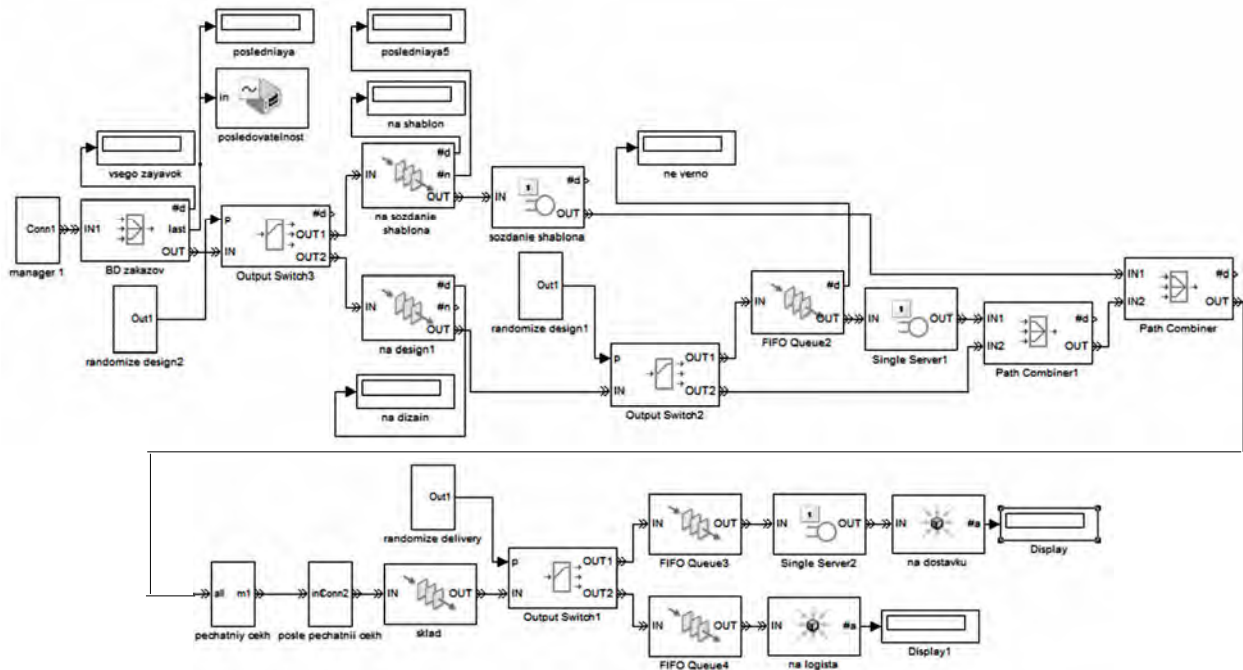


Рис. 4. Имитационная модель виртуального предприятия

Таблица 2
Показатели работы имитационной модели виртуального предприятия

Показатель	Значение
Всего поступило заявок	100
Текущая длина очереди	0
Средняя длина очереди	0,00033
Среднее время обслуживания	0,1
Всего обслужено на этапе приема	100
Заявок на разработку дизайна	37
Заявок использовавших шаблон	63
Заявок не согласовано с заказчиком	17
Выполненных заказов за день с доставкой	80
Выполненных заказов за день с логистикой	6

Для расчета параметров эффективности виртуального предприятия использованы формулы для одноканальной СМО с неограниченной очередью с такими параметрами: λ – интенсивность поступления в СМО заявок = 0,0833; μ – интенсивность обслуживания заявок = 28,8; $\rho = \lambda/\mu$ – коэффициент загрузки СМО = 132.

Вычисленные показатели эффективности СМО пересекаются с показателями, которые были получены при построении имитационных моделей. При расчете

параметров для реального предприятия было взято среднее время появления заявок, а также время обслуживания клиентов в типографии для двух каналов. В табл. 3 показан сравнительный анализ показателей эффективности двух систем массового обслуживания реального и виртуального предприятий.

Таблица 3
Сравнение показателей СМО реального и виртуального предприятий

Показатель	Реальное предпр.	Вирт. предпр.
Время обслуживания	12,5	0,034
Интенсивность поступления заявок	0,122	0,083
Интенсивность обслуживания заявок	0,08	28,8
Коэффициент загрузки СМО	1,536	132
Вероятность того, что канал занят/ время простоя СМО	0,26 / 16,1 мин.	0
Вероятность образования очереди	0,503	0
Относительная пропускная способность	0,777	1
Абсолютная пропускная способность	0,094	11
Среднее число заявок в очереди	2,18	-
Среднее число заявок, обслуж. в СМО	1,125	132
Среднее число заявок в СМО	3,64	132,017
Среднее время пребыв. заявки в СМО	29,86	12
Среднее время пребывания заявки в очереди	17,39	-

Сравнение показателей эффективности двух систем массового обслуживания показывает, что построенное на базе существующего виртуальное предприятие выигрывает по ключевым параметрам эффективности. Например, сервер обрабатывает входящие заявки 0,034 минуты, а менеджер в типографии в среднем 12,5 минут; в модели виртуального предприятия не образуются очередь, а коэффициент загрузки СМО намного выше, чем у модели реального.

Фактическая производительность модели реального предприятия 76% от номинальной производительности, а производительность модели виртуального предприятия 589% от номинальной.

Выводы

В соответствии с выбранным математическим аппаратом рассчитаны показатели эффективности для каждого вида системы обслуживания.

Построив диаграммы процессов и алгоритм работы цифровой типографии, построена имитационная модель, в среде моделирования Simulink, в основном используя блоки библиотеки SimEvent, деятельности этой типографии и виртуального предприятия в течении 480 минут.

Результаты эффективности модели виртуального и реального предприятий были рассчитаны и сравнены между собой. В итоге, с точки зрения показателей времени и количества, обработанных в конце моделируемого дня заявок виртуальное предприятие по своей эффективности является более перспективным для ведения издательско-полиграфического предприятия. Его фактическая производительность в 6 раз превышает номинальную, что свидетельствует о том, что виртуальное предприятие способно более полно и быстро удовлетворить пожелания заказчика, и выполнить поступивший заказ, вне зависимости от его сложности, в тот же день и доставить его заказчику.

Список литературы

1. Катаев А.В. Информационные системы и модели оптимизации распределения заказов в партнерской сети виртуального предприятия / А.В. Катаев // Прикладная информатика. – 2007. – Т. 11. – № 5. – С. 11-14.
2. Тарасов В.Б. От многоагентных систем к интеллектуальным организациям: философия, психология, информатика / В.Б. Тарасов. – М.: Эдиториал УРСС, 2002.
3. Иванов Д.А. Виртуальные предприятия и логистические цепи: комплексный подход к организации и оперативному управлению в новых формах производственной кооперации / Д.А. Иванов. – СПб.: Изд-во СПбГУ-ЭФ, 2003.
4. Лазарев Ю. Моделирование процессов и систем в MatLab: учебный курс / Ю. Лазарев. – СПб.: Питер; К.: Издательская группа БХВ, 2005. – 512 с.
5. Современные тенденции развития рынка полиграфии в Украине. [Электронный ресурс]. – Режим доступа к ресурсу: <http://ultradruk.com/tendentsii-razvitiya-rynka-poligrafii-v-ukraine.html>. – (дата обращения 25.11.2015).
6. Песиков Э.Б. Оценка и управление рисками маркетинговых стратегий предприятия с использованием статистического моделирования / Э.Б. Песиков // Раздел 7.4 в монографии "Реструктуризация и устойчивое развитие экономических систем" / Под ред. д-ра экон. наук, проф. А.В. Бабкина. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2006.
7. Брусакова И.А. Оценка эффективности инвестиций в виртуальное предприятие / И.А. Брусакова, П.М. Деревяко // Прикладная информатика. – 2006. – № 2. – С. 121-131.
8. Тараненко Е.Ю. Методы и модели управления рисками виртуального издательско-полиграфического предприятия / Е.Ю. Тараненко // Известия высших учебных заведений. Проблемы полиграфии и издательского дела. – 2010. – № 3. – С. 78-87.

Поступила в редколлегию 19.01.2016

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Ю.В. Стасев, Харьковский университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба, Харьков.

РОЗРОБКА ІМІТАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ ВІРТУАЛЬНОГО ВИДАВНИЧО-ПОЛІГРАФІЧНОГО ПІДПРИЄМСТВА

І.В. Романишена, Т.А. Колеснікова

Віртуальне видавничо-поліграфічне підприємство представляє особливий інтерес, як підприємство, яке дозволяє інтегрувати унікальний досвід, виробничі можливості і передові технології ряду підприємств для деякого проекту, який вони не можуть виконати окремо. В даній роботі вивчено поняття «віртуальне підприємство» як нової форми побудови видавничого підприємства. Виконана побудова та аналіз імітаційної моделі заздалегідь відомого підприємства, проаналізовано отримані дані. За отриманими параметрами виконаний розрахунок ефективності роботи підприємства.

Ключові слова: віртуальне підприємство, система масового обслуговування, імітаційна модель, simulink.

CREATING OF THE SIMULATION MODEL OF VIRTUAL PUBLISHING ENTERPRISE

I.V. Romanishena, T.A. Kolesnikova

Virtual publishing enterprise presents as the company that allows you to integrate a unique experience, production capacity and advanced technology of a number of companies for a project that they cannot perform alone. In this paper we studied the concept of "virtual enterprise" as a new form of construction of the publishing company. The work is aimed at studying the theoretical aspects of forming virtual organizations, learning of mathematical tools of computing expected queue lengths, waiting time at queuing nodes and throughput in equilibrium for a system of queues.

Keywords: virtual enterprise, queuing theory, simulation model, simulink.