

КИБЕРНЕТИКА. АВТОМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

МРНТИ 28.17.31

С.Т. Исраилова¹, А.А. Муханова¹, А.А. Исмаилова²

¹Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева,
г. Нур-Султан, Казахстан

²Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина,
г. Нур-Султан, Казахстан

ОСНОВНЫЕ АСПЕКТЫ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ ПРЕДПРИЯТИЯ С ПОМОЩЬЮ СЕТЕЙ ПЕТРИ И АГЕНТНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы имитационного моделирования с помощью сетей Петри и мультиагентного моделирования бизнес-процессов. К сожалению, до сих пор в мире не существует универсальной стратегии, позволяющей оптимизировать бизнес процессы предприятия, обеспечивая максимальную выгоду. Исследование показывает, что возможно оптимизировать бизнес-процессы путем построения имитационных моделей и агентов, в результате можно выбрать наиболее оптимальную стратегию ведения бизнеса. Так, осуществляя формализацию бизнес процессов предприятия, можно достичь таких результатов, как: понимание процесса работы компании, повышение качества работы с клиентами, улучшение управляемости бизнеса, рост прибыли компании и другие. В данном случае наиболее оптимальным и эффективным способом для оптимизации бизнес процессов является имитационное и агентное моделирование.

Ключевые слова: бизнес-процесс, имитационное моделирование, сети Петри, агентное моделирование, программное обеспечение.

• • •

Түйіндеме. Бұл мақалада Петри желілері және мультиагенттік модельдеу көмегімен бизнес үдерістерді имитациялық модельдеудің сұрақтары қарастырылады. Өкінішке орай, әлемде кәсіпорынның бизнес-процестерін оңтайландыруға, оған барынша пайда әкелуге мүмкіндік беретін әмбебап стратегия әлі жоқ. Зерттеу бизнес-процестерді имитациялық модельдер мен агенттерін құру арқылы оңтайландыруға болатындығын көрсетеді, нәтижесінде сіз бизнес жүргізудің ең оңтайлы стратегиясын таңдай аласыз. Осылайша, кәсіпорынның бизнес-процестерін қалыптастыру арқылы компанияның жұмыс барысын түсіну, клиенттермен жұмыс сапасын арттыру, бизнесті басқаруды жақсарту, компанияның кірісін арттыру сияқты басқа да нәтижелерге қол жеткізуге болады.

Бұл жерде бизнес-процестерді оңтайландырудың ең тиімді және ыңғайлы әдісі имитациялық және агенттік модельдеу болып табылады.

Түйінді сөздер: бизнес-процесс, имитациялық модельдеу, Петри торлары, агенттерді модельдеу, бағдарламалық жасақтама.

• • •

Abstract. This article discusses simulation using Petri networks and multi-agent modeling of business processes. Unfortunately, to this date no versatile strategy have been developed anywhere in the world that would deal with optimization of the business processes in the industrial sphere, to ensure maximum benefit for it. The study shows that it is possible to optimize business processes by building simulation models and agents, which would result in a choice of options of optimal business strategies to use in a particular industrial setting. Thus, by formalizing the business processes of an industry, it is possible to achieve such results as: understanding the process of the company's work, improving the quality of work with clients, improving the manageability of the business, increasing the profit of the company and others. In this case, the best and most efficient way to optimize business processes is through simulation and agency modeling.

Keywords: business process, simulation modeling, Petri nets, agent modeling, software.

Введение. Управление предприятием в начале XXI столетия как никогда многообразно. Последние тренды менеджмента предполагают отнюдь не концепции и технологии, бывшие во времена Ф. Тейлора и Г. Форда, предпочтение отдается работе в команде, непосредственному взаимодействию, постоянным инновациям, непрерывному обучению персонала и его совершенствованию. Сегодня предприятие может гордиться такими достижениями, как прохождение Всеобщего менеджмента качества (TQM), наличие сбалансированной системы показателей (BSC), использование статистического управления процессами (SPC), а также моделями производственной стратегии «Бережливое производство + шесть сигм» (Lean Six Sigma), и международными стандартами ИСО серий 9000, 14000, 26000 и многое другое. Конечно, во всех этих «достижениях» можно выделить научные направления, разработанные П. Друкером, М. Портером, Дж. Харрингтоном, А.В. Шеером, и называемые: управление бизнес-процессами, точнее BPM (Business Process Management) [1]. Многие предприниматели придерживаются мнения, что если бизнес держится на плаву, то достаточно оставить всё как есть. При этом, если перефразировать данное утверждение, то получается, что изменения вносятся только в случае возникновения проблем. Поэтому многие эксперты, во избежание возникновения таких проблем, сове-

туют проводить постоянную оптимизацию работы на предприятии, и обращать особое внимание на упорядочение бизнес-процессов. Бизнес-процессом, в свою очередь, называется вся последовательность действий, приводящих к конкретному результату на предприятии.

В последние несколько десятилетий, а точнее с начала эры цифровизации, многие ученые и исследователи начали изучение вопроса упрощения многих процессов предприятия, разрабатывая программные обеспечения. Измерение такого программного обеспечения связано с получением числового значения для готового продукта, то есть измерение представляет собой отображение из эмпирического мира в формальный мир [2]. Итак, конечная цель оптимизации бизнес-процессов на предприятии заключается в увеличении эффективности производства, улучшении качества труда, оптимизации работы сотрудников, в создании большего числа рабочих мест, исключении дискриминации на предприятиях, предоставления рабочих мест уязвимым слоям населения, таким как, женщины с несовершеннолетними детьми, молодые люди без опыта работы, мигранты, пожилые люди, люди с неизлечимыми недугами, а также люди с ограниченными возможностями. Для государства и общества формализация микро-, малых и средних предприятий неразрывно связана с благоприятной деловой средой, экономическим ростом и улучшением условий труда [3]. В некоторых странах таковые предприятия получают доступ к финансам, услугам и технологиям по развитию бизнеса и снижают свою подверженность государственным штрафам, нежели предприятия, «игнорирующие» использование формализации бизнес-процессов. Они также могут участвовать в публичных торгах или выступать в качестве поставщиков или розничных продавцов более крупных компаний [4,5]. Одним из основополагающим и важнейшим процессом предприятий является разработка организационной структуры. Формализация в организационной структуре – это процесс, в котором менеджеры определяют (в письменной форме) процедуры, правила и обязанности для отдельных сотрудников, организационных подразделений, групп, команд и организации в целом, что приводит к развитию процессов, отношений и операционных процедур.

Методы исследования. В работе использованы такие методологии как системный анализ, методы имитационного моделирования, в том числе дискретно-событийное, системно-динамическое или агентное, а также сети Петри. Вместе с тем, для формализации бизнес-процессов предприятий, использован язык нотации IDEF3

и приложение для разработки дискретно-событийного моделирования AnyLogic [6]. При имитационном моделировании модель может быть также программой, которая позволяет воссоздавать процессы функционирования системы, и влияния на неё различных факторов, осуществляется это всё с помощью последовательности вычислений и графического отображения их результатов - количественных и качественных характеристик бизнес-системы, её структур, динамики её развития, её стабильности и целостности. Анализ и формализацию бизнес-процессов необходимо выполнять с помощью визуального языка представления бизнес-процессов для дальнейшего его представления в виде сети Петри и агентной модели.

Результаты исследования. Рассмотрим один из наиболее популярных бизнес-процессов любой компании - это поиск сотрудника. В нотации IDEF3 ARIS формализован бизнес-процесс одной из ответственных компаний «Поиск сотрудника» на рисунке 1.

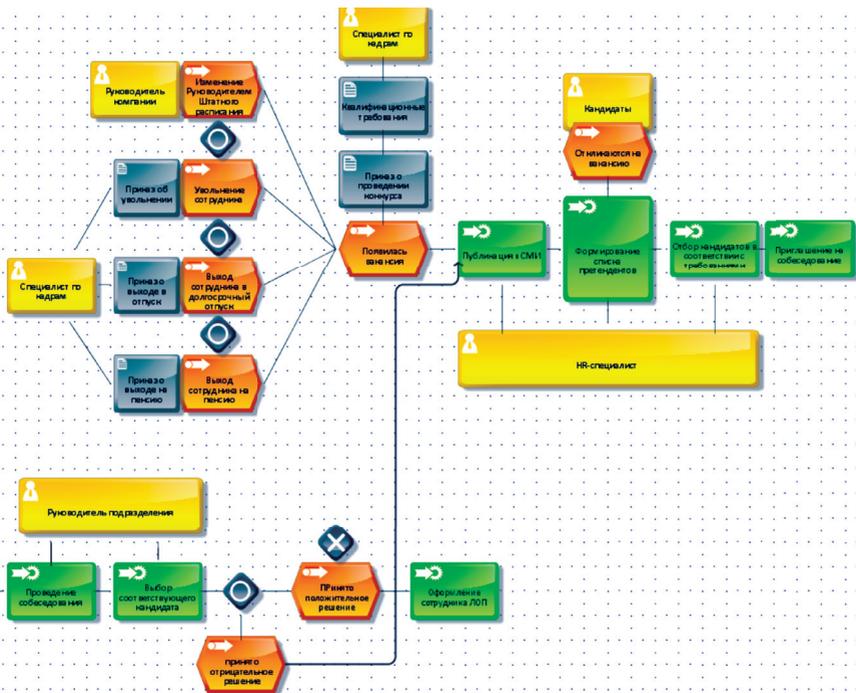


Рисунок 1 - Описание бизнес-процесса «Поиск сотрудника» с помощью нотации Aris

Преобразование в сети Петри данного бизнес-процесса связано с введением времени в поведенческую IDEF3-модель, с заменой функций, переходами, а объектов, отождествляемых со стрелками блоков ICOM, с метками в сетях Петри. В соответствии с данной представленной моделью построена следующая сеть Петри с позициями p_i и переходами t_j , имитирующая работу бизнес-процесса «Поиск сотрудника» (рисунок 2).

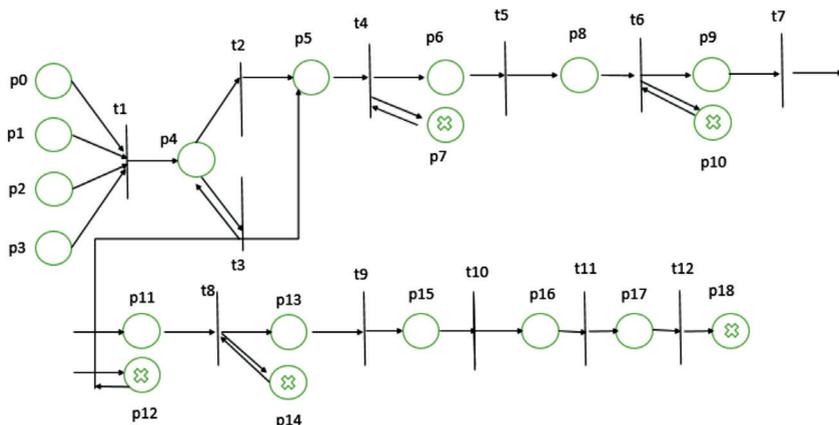


Рисунок 2 - сеть Петри, моделирующая бизнес-процесс «Поиск сотрудника»

Вместе с тем рассмотрим имитационное агентное моделирование бизнес-процесса. Агентное моделирование начало свое развитие с 90-х годов. Суть данного вида моделирования заключается в представлении общей картины в виде множества агентов, которые взаимодействуют друг с другом [7]. *Поведение каждого агента задается последовательностью состояний и условий.* Итак, имеется модель бизнес-процесса поиска сотрудника, выполненная в методологии ARIS. Для перевода данной модели на агентную модель в программе AnyLogic необходимо выполнить следующие шаги:

1. В корневом объекте «Main» создать классы, где будут находиться агенты «Специалист по кадрам», «Руководитель компании», «Руководитель подразделения», «Кандидат», «HR-специалист» (рисунок 3).

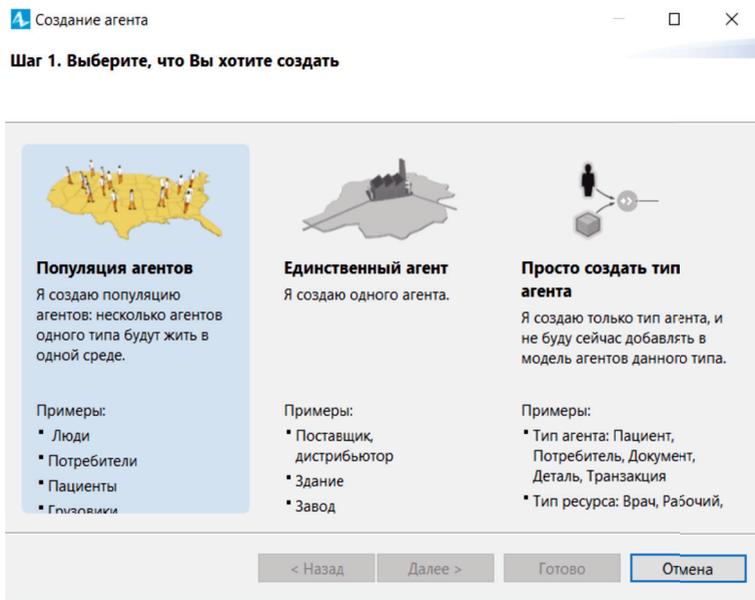


Рисунок 3 - Создание нового агента в объекте Main в Anylogic

2. Следующий шаг предполагает создание диаграмм состояний, состоящих из:

- первого состояния ожидания, в которое переходят после простого состояния;
- простых состояний эквивалентных тем состояниям, которые представлены в нотации ARIS;
- переходов из простых состояний в первое в соответствии с указанным временем;

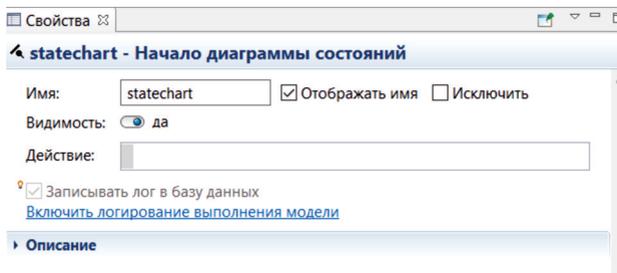


Рисунок 4 - Диаграмма состояний в Anylogic

3. После создания диаграммы состояний нужно описать взаимодействие агентов. Сигнал перехода указывается в отдельном поле «fireEvent» в диаграмме состояний.

4. Указать время по количеству событий на диаграмме объекта «Main».

5. Сформировать в каждом классе агентов переменные для хранения последовательности сообщений;

6. На объекте «Main» создать переменные для хранения созданных документов в таком же количестве, как и в модели в ARIS.

В итоге полученная модель даёт анализ эффективности работы задействованных агентов «Специалист по кадрам», «Руководитель компании», «Руководитель подразделения», «Кандидат», «HR-специалист» в работе бизнес-процесса «Поиск сотрудника». Без сомнения, мало апробированный подход как «агентное моделирование» даёт большой спектр возможности проведения анализа и оптимизации бизнес-процессов предприятий любых масштабов.

Обсуждение результатов. В мировой практике пока не существует единой методики разработки и моделирования процессов предприятий. Единственной основой могут служить после оптимизации такие критерии эффективности как повышение коэффициентов эффективности работы бизнес-процессов и уровень удовлетворённости служащих предприятий. При имитационном моделировании не маловажную роль играет влияние сотрудников предприятия. В этом случае, количество сценариев при разном поведении сотрудников и особенностях предприятия в имитационной модели резко увеличивается в десятки раз.

Заключение. Проведённая работа показала возможность и целесообразность дальнейших исследований и применения аппарата сетей Петри и агентного подхода в области процессного подхода при оптимизации бизнес-процессов различного рода предприятий. Имитационное моделирование позволяет предприятиям кардинально изменять и оптимизировать бизнес-процессы в практике отечественных предприятий.

Список литературы

1 Meidan A., Garcia-Garcia J.A., Escalona M.J., Ramos I. A survey on business processes management suites // Computer Standards and Interfaces. — 2017. — №51. — p.71–86.

2 *Shukayev D.N., Lamasheva Z.B.* Industry simulation model of the production and sale of petroleum products // *ARNP Journal of Engineering and Applied Sciences*. — 2015. — Issue 22. — p. 10441-10445.

3 *Satekbayeva A.Z., Basheyeva A., Nurakunov A. M., Tussupov, J.* P-completions of lattices and its applications to formal concept analyses // *International Journal of Mathematical Models and Methods in Applied Sciences*. — 2014. — Issue 1. p. 199-202.

4 *Morozov A.S., Satekbayeva A.Z., Tussupov J.A.* On the existential interpretability of structures // *Siberian Electronic Mathematical Reports*. — 2014. — Issue 11. — p. 557-566.

5 *Shukayev D.N., Yergaliyeva N.O., Lamasheva Zh.B.* Simulation analysis of resource allocation problems with time varying parameters // *Proceedings of the Romanian Academy Series A - Mathematics Physics Technical Sciences Information Science*. — 2016. — Issue 17(1). — p. 76-83.

6 *Wisniewski P., Kluza K., Ligeza A.* An approach to participatory business process modeling: BPMN model generation using constraint programming and graph composition // *Applied Science*. — 2018. — Issue 8. — p. 1428.

7 *Wert A., Schulz H., Heger C.* AIM: Adaptable Instrumentation and Monitoring for automated software performance analysis // In *Proceedings of the 10th International Workshop on Automation of Software Test* — Florence, Italy, 2015. — p. 38–42.

Исраилова С.Т. - докторант, e-mail: israilova_st@mail.ru

Муханова А.А. - доктор PhD, доцент

Исмаилова А.А. - доктор PhD, e-mail: a.ismailova@mail.ru