

## МОДЕЛИРОВАНИЕ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ: ПОДХОДЫ, МЕТОДЫ И СРЕДСТВА



СКОРОДУМОВ ПАВЕЛ ВАЛЕРЬЕВИЧ

кандидат технических наук, заведующий лабораторией интеллектуальных и программно-информационных систем  
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Институт социально-экономического развития территорий Российской академии наук  
E-mail: spv.vsc@gmail.com

*Инжиниринг бизнес-процессов – это основа современного подхода к организации бизнеса, и наиболее важным его направлением является реинжиниринг. Реинжиниринг направлен на использование в организации принципиально новых бизнес-процессов, основанных на применении современных инновационных технологий.*

*При анализе существующего и разработке нового бизнеса важную роль играет построение моделей компании и протекающих в ней бизнес-процессов. Моделирование – это процесс отражения реальной действительности при помощи специальной методологии. В статье приведены основные подходы, методы и средства моделирования бизнес-процессов. Рассмотрены наиболее популярные формализмы сетей Петри, применяемые для этих целей.*

*В качестве альтернативы предложено использовать модифицированный аппарат вложенных гибридных сетей Петри как инструмент исследования бизнес-процессов. Выдвинуто предложение по разработке универсальной системы имитационного моделирования на базе модифицированного аппарата сетей Петри.*

*Бизнес-процесс, реинжиниринг, методологии моделирования бизнес-процессов, сети Петри, универсальная система имитационного моделирования.*

Многие современные компании продолжают строить свою деятельность на старых управленческих принципах, представленных ещё Адамом Смитом в 1776 году [3]. В своей работе Смит делит производственный процесс на элементарные работы, каждая из которых выполняется одним работником, при этом ему достаточно уметь выполнять отдельные операции и высокая квалификация не требуется.

Естественно, что спустя столько лет отмененные Смитом принципы перестали удовлетворять современным требованиям. Сегодня продукция должна быть ориентирована на узкие группы потребителей, необходимы исполнители с хорошим образованием, которые не боятся ответственности, стремятся к решению сложных задач. Рынок продуктов стал намного шире, а конкуренция и борьба за потреби-

теля – более агрессивными. Существенно изменились применяемые средства и технологии производства. Особую роль стали играть информационные технологии [3].

Многие компании стараются переосмыслить прежние способы организации своего бизнеса, строить новые бизнес-процессы уже с применением современных технологий.

Бизнес-процесс – это связанное множество внутренних видов деятельности компании, заканчивающихся созданием продукции или услуги, необходимой потребителю [8].

Важным шагом структуризации деятельности любой организации являются выделение и классификация бизнес-процессов [4]. По отношению к получению добавленной ценности продукта или услуги выделяют основные и обеспечивающие процессы. Первые – добавляющие ценность – ориентированы на производство товаров или оказание услуг, составляющих основную деятельность организации и обеспечивающих получение дохода. Вторые не добавляют ценность продукта или услуги для потребителя, но увеличивают их стоимость. Они необходимы для деятельности предприятия и предназначены для поддержки выполнения основных бизнес-процессов.

Основу современного подхода к организации бизнеса составляет инжиниринг бизнес-процессов, наиболее важным направлением которого является реинжиниринг [3].

Под реинжинирингом понимается «фундаментальное переосмысление и радикальное перепроектирование бизнес-процессов компаний для достижения коренных улучшений в наиболее важных показателях их деятельности – стоимость, качество и темпы» [8].

Реинжиниринг представляет собой совокупность средств, мер и методов, в том числе соответствующих информа-

ционных технологий, предназначенных для кардинального улучшения основных показателей деятельности предприятия. С этой целью осуществляется анализ и последующее изменение существующих бизнес-процессов. Для достижения резких улучшений существующих показателей деятельности предприятия реинжиниринг предполагает фундаментальное изменение существующих бизнес-процессов. Поэтому методы реинжиниринга могут быть использованы предприятием в процессе разработки инновационной стратегии развития [2].

Реинжиниринг направлен на использование в организации принципиально новых бизнес-процессов, основанных на применении современных инновационных технологий.

Переход предприятия на использование новых информационных технологий не означает автоматизацию существующих процессов. Применение их может привести не только к принципиальным изменениям в деятельности сотрудников, но и к полной замене существующих бизнес-процессов [14].

При анализе существующего и разработке нового бизнеса важную роль играет построение моделей компании и протекающих в ней бизнес-процессов. Модели могут различаться степенью детализации процессов, формой их представления, учётом только статических или также динамических факторов и др. [14].

При моделировании бизнес-процессов очень важно принять решение о структуре и содержимом объектов моделирования, определить, из каких элементов должен состоять бизнес-процесс. Любой достаточно сложный бизнес-процесс может включать в себя пять основных элементов, которые должны быть отражены при формировании моделей: планирование деятельности, осуществление деятельности, регистрация фактической ин-

формации, контроль и анализ, принятие управленческих решений.

Моделирование бизнес-процессов – это отражение субъективного видения реально существующих в организации процессов при помощи графических, табличных, текстовых способов представления.

Моделирование – это процесс отражения реальной (или планируемой) деятельности организации при помощи специальной методологии. Важно понимать, что процесс моделирования является субъективным. Дело в том, что 80% информации для формирования моделей поступает от интервьюируемых сотрудников и руководителей организации. При этом субъективны как мнение сотрудников о реальном ходе работ, так и взгляд на процессы аналитика, проводившего интервью. Степень субъективности полученных моделей может стать серьёзным препятствием для их дальнейшего использования.

Можно выделить следующие цели моделирования бизнес-процессов:

1. Обеспечить понимание структуры организации и динамики происходящих в ней процессов.
2. Обеспечить понимание текущих проблем организации и возможностей их решения.
3. Убедиться, что заказчики, пользователи и разработчики одинаково понимают цели и задачи организации.
4. Определить требования к ПО, автоматизирующему бизнес-процессы организации.

Под методологией (нотацией) создания модели бизнес-процесса понимается совокупность способов, при помощи которых объекты реального и связи между ними представляются в виде модели. Любая методология включает три основные составляющие [15]:

1. Теоретическая база.
2. Описание шагов, необходимых для получения заданного результата.

3. Рекомендации по использованию как отдельно, так и в составе группы методик.

Если в основе методологии лежит теоретическая база, то её наличие делает методологию более обоснованной и предсказуемой. Однако в случае отсутствия теории (математической модели) методологии также могут успешно применяться. Основное в методологии – дать пользователю практическую последовательность шагов, которые приводят к заданному результату. Именно способность получать результат с заданными параметрами характеризует эффективность методологии. Методологии (методики) могут использоваться как отдельно, так и совместно [11].

Модель организации в общем случае представляет собой совокупность функциональной, организационной и информационной моделей:

1. Функциональная модель описывает совокупность функциональных подсистем и связей, отражающих порядок взаимодействия подсистем при функционировании компании или её подразделений.
2. Организационная модель описывает состав и структуру подразделений и служб компании.
3. Информационная модель описывает потоки информации, существующие в функциональной и организационной моделях [14].

Для моделирования бизнес-процессов используется несколько различных методов, основой которых являются как структурный, так и объектно-ориентированный подходы к моделированию. Однако деление самих методов на структурные и объектные является достаточно условным, поскольку наиболее развитые методы используют элементы обоих подходов. К числу наиболее распространенных методов относятся [4]:

1. Метод функционального моделирования SADT (IDEF0).

2. Метод моделирования процессов IDEF3.

3. Моделирование потоков данных DFD.

4. Метод ARIS.

5. Метод Ericsson Penker.

6. Метод моделирования, используемый в технологии Rational Unified Process.

Часть из существующих методологий основана на государственных стандартах, часть – на корпоративных разработках отдельных компаний, часть выдвинута отдельными авторами, их делят на три категории:

1. Методологии ведения проекта.

2. Методологии моделирования и анализа бизнес-процессов.

3. Методологии использования программных продуктов для моделирования бизнес-процессов в проекте.

В настоящее время существует несколько достаточно чётко идентифицируемых методологий ведения проектов, связанных с изменением бизнес-процессов, существующих в организации. Одним из наиболее популярных подходов является методология Хаммера и Чампи. Реинжиниринг по Хаммеру и Чампи – это «фундаментальное переосмысление и радикальное перепроектирование деловых процессов для достижения резких, скачкообразных улучшений в решающих современных показателях деятельности компании, таких как стоимость, сервис и темпы» [11]. Основой указанного подхода является рассмотрение деятельности организации «с чистого листа» и разработка новых, более эффективных бизнес-процессов.

Кроме методологии Хаммера и Чампи, существуют и другие методологии, не имеющие однозначного авторства, но принадлежащие отдельным компаниям, например, методологии выполнения проектов по внедрению систем автоматизации Oracle, SAP R/3, BAAN, RUP компании Rational и др. [11].

Ко второй группе относятся методологии моделирования и анализа бизнес-процессов. В настоящее время существует несколько базовых способов описания процессов, основанных как на стандартах (IDEF0), так и на общепринятых подходах (DFD).

Кроме того, существует ряд нотаций (методологий) описания процессов, предложенных отдельными компаниями – разработчиками программных продуктов. К числу последних относится методология ARIS (eEPC) компании IDS Scheer AG, Германия. Также следует отметить методологию BPMN 2, поддерживаемую организацией OMG, которая стала стандартом среди профессионалов и активно используется для разработки «исполняемых» автоматизируемых моделей бизнес-процессов [11].

К третьей группе методологий относятся методологии использования инструментальных средств моделирования для создания моделей бизнес-процессов. Современные средства моделирования настолько сложны в применении, что требуют разработки специальных методик их применения в проекте. Поэтому для простых проектов часто бывает целесообразнее использовать стандартный язык рисования блок-схем и простейшие инструменты их создания (редакторы MS Word, Visio и т. д.) [11].

История появления различных методологий обобщена в *таблице*.

В настоящее время осуществляются многочисленные проекты, целью которых является интеграция существующих методов и языков моделирования и создание единого методического и технологического базиса моделирования бизнес-процессов, а в более широком контексте – моделирования предприятий (enterprise modeling) [4].

В августе 2000 года по инициативе компании Intalio был создан консорциум BPMI. BPMI – независимая организация,

Таблица. История развития методологий моделирования бизнес-процессов

| Период          | Методологии моделирования BP  |
|-----------------|---|
| 1940 – 1960 гг. | Появление алгоритмических языков  |
| 1960 гг.        | Методология структурного анализа и проектирования (SADT)  |
| 1970 – 1980 гг. | Методологии серии IDEF (IDEF0, IDEF3, IDEF1x), DFD, ERD   |
| 1990 г.         | Архитектура интегрированных информационных систем (ARIS), универсальный язык моделирования (UML), методологии компаний Oracle, Baan, Rational и т. д. |
| 2000 г.         | Стандарты ISO 9000:2000, определение процессного подхода к управлению организацией  |
| 2003 г.         | Нотация для моделирования «исполняемых» процессов (BPMNv1)  |
| 2004 г.         | Субъективно-ориентированный подход к моделированию BP (S-BPM)   |
| 2008 – 2009 гг. | Обновление стандартов ISO 9000:2008   |
| 2011 г.         | Модель и нотация для моделирования «исполняемых» процессов (BPMNv2)   |

занимающаяся разработкой открытых спецификаций для управления процессами электронной коммерции.

К таким спецификациям относятся проекты стандартов Business Process Modeling Language (BPML) и Business Process Query Language (BPQL), предназначенных для управления бизнес-процессами. BPML – это метаязык для моделирования бизнес-процессов, так же как XML – метаязык для моделирования данных. BPML позволяет создать абстрактную исполнимую модель взаимодействующих процессов, основанную на концепции конечного автомата [4].

В 2003 году BPMI опубликовал проект стандарта Business Process Modeling Notation (BPMN). Целью этого проекта является создание общей нотации для различных категорий специалистов: от бизнес-аналитиков и экспертов организаций до разработчиков ПО.

BPMN состоит из одной диаграммы под названием Business Process Diagram (BPD), которая непосредственно отображается в конструкции BPML.

Проект Unified Enterprise Modeling Language (UEML) был предпринят с целью интеграции многочисленных языков моделирования архитектуры предприятий (Enterprise Modeling Languages) и создания в перспективе унифицированного языка моделирования с четко определёнными синтаксисом, семантикой и правилами отображений между различными средствами моделирования. Основой для

такой интеграции послужили модели GERAM (Generalised Enterprise Reference Architecture and Methodology) и Захмана. Проект UEML включает разработку:

- 1) общего визуального, основанного на шаблонах языка для коммерческих инструментальных средств моделирования;
- 2) стандартных, независимых от инструментов механизмов передачи моделей между проектами;

- 3) репозитория моделей предприятий.

OMG – это консорциум разработчиков ПО и пользователей, представляющих различные коммерческие, государственные и академические организации, насчитывающий около 800 участников. OMG занимается разработкой различных стандартов в области взаимодействия распределённых систем (наиболее известные из них – CORBA и UML) [1].

Работа OMG в области моделирования бизнес-процессов связана в основном с концепцией Model Driven Architecture (MDA).

MDA интегрирует различные подходы к моделированию и вводит набор отображений между моделями различных уровней абстракции. Любая организация, использующая MDA, может разрабатывать только те модели, которые требуются для её собственных целей.

В настоящее время тремя главными инициативными проектами OMG являются создание метамодели для описания бизнес-процессов (Business Process Definition Metamodel –BPDM), бизнес-пра-

вил (Business Semantics of Business Rules, and Production Rule Representation) и онтологии (Ontology Definition Metamodel). Назначение BPDM – интеграция и обеспечение взаимодействия между моделями, использующимися различными организациями (такими как диаграммы UML или BPMN). Предполагается, что BPDM будет реализована в виде профиля UML 2.0. Аналогичным образом OMG работает над стандартизацией бизнес-правил и их совместимостью с BPDM. Всё это вместе взятое должно в перспективе обеспечить новый уровень совместимости между моделями, используемыми для описания бизнес-процессов и ПО [1].

Среди современных средств моделирования и анализа бизнес-процессов достаточно широко используются Rational Rose, Oracle Designer, BPWin и ERwin, ARIS и др. [1]. Для моделирования бизнес-процессов больше подходят BPwin, ARIS и Rational Rose, рассмотрим их более подробно.

Rational Rose является одним из ведущих инструментов визуального моделирования в программной индустрии благодаря полноценной поддержке языка UML и многоязыковой поддержке командной разработки, поддерживает компонентно-ориентированный процесс создания систем. Любые модели, создаваемые с помощью данного средства, являются взаимосвязанными: бизнес-модель, функциональная модель, модель анализа, модель проектирования, модель базы данных, модель компонентов и модель физического развёртывания системы. Позволяет решать практически любые задачи в проектировании информационных систем: от анализа бизнес-процессов до кодогенерации на определённом языке программирования. Позволяет разрабатывать как высокоуровневые, так и низкоуровневые модели, осуществляя тем самым либо абстрактное проектирование, либо логическое [1].

Пакет BPWin основан на методологии IDEF и предназначен для функционального моделирования и анализа деятельности предприятия. Методология IDEF, являющаяся официальным федеральным стандартом США, представляет собой совокупность методов, правил и процедур, предназначенных для построения функциональной модели объекта какой-либо предметной области. Функциональная модель IDEF отображает функциональную структуру объекта, т. е. производимые им действия и связи между этими действиями.

BPwin поддерживает три стандартные нотации – IDEF0, DFD и IDEF3, позволяет оптимизировать процедуры в компании, позволяет облегчить сертификацию на соответствие стандартам качества ISO9000, содержит собственный генератор отчётов, имеет широкий набор средств документирования моделей, проектов [1].

Пакет ERWin используется при моделировании и создании баз данных произвольной сложности на основе диаграмм «сущность – связь», является наиболее популярным пакетом моделирования данных благодаря поддержке широкого спектра СУБД самых различных классов.

ERWin поддерживает методологию структурного моделирования SADT и нотацию IDEF1x для ER-диаграмм моделей данных, позволяет повторно использовать компоненты созданных ранее моделей, а также использовать наработки других разработчиков, возможна совместная работа группы проектировщиков с одними и теми же моделями [1].

Система ARIS представляет собой комплекс средств анализа и моделирования деятельности предприятия. Её методическую основу составляет совокупность различных методов моделирования, отражающих разные взгляды на исследуемую систему. Одна и та же модель может

разрабатываться с использованием нескольких методов, что позволяет использовать ARIS специалистам с различными теоретическими знаниями и настраивать её на работу с системами, имеющими свою специфику. Методика моделирования ARIS основывается на разработанной профессором Августом Шером теории построения интегрированных ИС, определяющей принципы визуального отображения всех аспектов функционирования анализируемых компаний. ARIS поддерживает четыре типа моделей, отражающих различные аспекты исследуемой системы: организационные, функциональные, информационные и модели управления [1].

Для построения перечисленных типов моделей используются как собственные методы моделирования ARIS, так и различные известные методы и языки моделирования. Модели в ARIS представляют собой диаграммы, элементами которых являются разнообразные объекты – «функция», «событие», «структурное подразделение», «документ» и т. п. ARIS ориентирована на процессное описание.

Выше отмечалось, что использование новых информационных технологий является неотъемлемой частью реинжиниринга. При этом модели новых бизнес-процессов непосредственно реализуются в среде информационной системы поддержки (ИСП) нового бизнеса. Важность ИСП состоит не только в том, что она является необходимым элементом реинжиниринга, а в том, что зачастую применение ИСП во многом определяет технологию ведения нового бизнеса. ИСП представляет собой специально разрабатываемое программное обеспечение – программную систему, которая строится на основе применения соответствующих инструментальных средств [14].

Ещё одним инструментом моделирования бизнес-процессов является аппарат сетей Петри (СП). Основные преимуще-

ства использования СП в моделировании заключаются в следующем: 1) процесс, определённый в терминах СП, имеет ясное и чёткое представление; 2) наглядность графика построения сети, благодаря которой все её определения и алгоритмы легко воспринимаются; 3) возможность использования различных методов анализа [10].

Популярность СП также вызвана удачным представлением различных типов объектов, присутствующих во многих моделируемых системах, и «событийным» подходом к моделированию. Они обладают наилучшими возможностями для описания взаимосвязей и взаимодействий параллельно работающих процессов [7].

В общем виде сеть Петри определяется следующим набором [6; 9]:

$$C = (P, T, E), \quad (1)$$

где:

$P$  – непустое конечное множество позиций сети;

$T$  – непустое конечное множество переходов;

$E$  – отношение инцидентности позиций и переходов (множество дуг сети).

Применительно к моделированию бизнес-процессов чаще всего используются WF-сети Петри или сети потоков работ. Этот формализм введён Вил ван дер Аальстом (англ. Wil van der Aalst) для моделирования потоков работ в workflow-системах. Сеть Петри  $PN = (P, T, F)$  называется сетью потоков работ (WF-сетью), если выполняются следующие условия [16]:

1) существует только одна исходная позиция  $i$ , такая, что отсутствуют переходы, входящие в  $i$ ;

2) существует только одна конечная позиция  $o$ , такая, что отсутствуют переходы, выходящие из  $o$ ;

3) каждый узел данной сети расположен на пути от  $i$  к  $o$ .

Следует отметить, что сети Петри, в отличие от всех представленных выше подходов, позволяют получить динамическую имитационную модель бизнес-

процесса. С точки зрения поведения во времени бизнес-процессы можно в общем виде отнести к гибридным системам, в них одновременно могут присутствовать и непрерывные, и дискретные компоненты. Непрерывная составляющая отражает непрерывность протекания процессов в реальной организации во времени; дискретная – может отражать управляющие воздействия, направленные на непрерывные процессы. Для моделирования гибридных систем был представлен модифицированный аппарат вложенных гибридных сетей Петри [12].

ВГСП можно определить следующим набором:

$$NHPN = \{Atom, Lab, SN(HPN), (EN_1, \dots, EN_k), \Lambda\}, \quad (2)$$

где:

$Atom = Var \cup Con$  – множество атомов, состоящее из множеств имён переменных и имён констант;

$Lab = Lab_v \cup Lab_h$  – множество меток, служащих для вертикальной и горизонтальной синхронизации переходов;

$(EN_1, \dots, EN_k) (k \geq 1)$  – конечный набор обыкновенных СП;

$\Lambda$  – функция пометки переходов элементов из множества  $Lab$ .

$SN(HPN)$  – системная сеть в составе ВГСП, представляющая собой гибридную сеть Петри (ГСП):

$$HPN = (P, T, Pre, Post, D, C), \quad (3)$$

где:

$P = P_d \cup P_c$  – множество дискретных и непрерывных позиций;

$T = T_d \cup T_c \cup T_k \cup T_e$  – множество дискретных, непрерывных переходов квантования и экстраполяции;

$Pre, Post$  – матрицы инцидентности, характеризующие множество дуг;

$D : T_d \rightarrow R^+$  – функция, определяющая интервалы задержки для дискретных временных переходов;

$C : T_c \rightarrow R_0^+ \times R_\infty^+$  – функция, определяющая пропускную способность непрерывных переходов.

В аппарате ВГСП возможно использование понятий глобального и локального времён. Первое представляет собой внешнее для системы время, с которым она связана понятием шага моделирования, позволяющим оценивать временное изменение состояния системы относительно внешних систем. Второе используется для определения задержек срабатывания дискретных переходов и пропускной способности непрерывных переходов ВГСП. Все дискретные переходы делятся на мгновенно срабатывающие, детерминированные временные и экспоненциально детерминированные. Деление связано с определением интервала задержки для переходов. Для непрерывных переходов вводится понятие пропускной способности, которое отражает скорость перемещения через переход непрерывного потока фишек.

Кроме всего вышесказанного, в аппарат введены характерные для СП высокого уровня понятия вес дуги и ингибиторные дуги.

Существенным добавлением в аппарат является возможность использования дробных и отрицательных значений для веса исходящей из перехода дуги. При использовании отрицательного веса дуги следует говорить о потенциале фишек, находящихся в этой позиции. Независимо от трактовки маркировки сети уравнение динамики сети не меняется.

Динамика поведения ВГСП описывается следующими четырьмя типами шагов срабатывания:

1. Системно-автономный шаг – это срабатывание перехода системной сети в соответствии с правилами для ГСП, при этом элементные сети рассматриваются как фишки, не имеющие собственной структуры.

2. Элементарно-автономный шаг меняет только внутреннее состояние (маркировку) элементной сети, не меняя её местонахождение в системной сети.



3. Шаг горизонтальной синхронизации используется для синхронизации переходов в двух элементных сетях, находящихся в одной позиции системной сети.

4. Шаг вертикальной синхронизации используется для синхронизации перехода в системной сети с некоторыми переходами элементных сетей.

Для описания динамики поведения ВГСП используется следующее уравнение:

$$M_k = M_{k-1} + C(p, t)U_k \quad (4)$$

где:

$M$  – матрица маркировки сети. Маркировка сети назначает для каждой дискретной позиции целое число фишек с учётом их потенциала, а для каждой непрерывной позиции – присутствует в ней сигнал или нет;  $U_k$  – управляющий вектор, определяет множество переходов, готовых к срабатыванию в текущий момент времени;

$C(p, t)$  – результирующая матрица инцидентности ВГСП.

Модифицированный аппарат вложенных гибридных сетей Петри существенно расширяет область применения классических СП и уже существующих расширений, позволяет исследовать гибридные системы со сложной структурой как единое целое.

Как отмечалось выше, создание универсального средства моделирования бизнес-процессов является сегодня актуальной задачей. Таким аппаратом могут стать вложенные гибридные сети Петри. Объединив в себе черты различных расширений классических сетей Петри, они обладают всеми их преимуществами, позволяя исследовать системы различной сложности.

Модифицированный аппарат вложенных гибридных сетей Петри может быть положен в основу построения универсальной системы моделирования, которая позволит не только сэкономить время разработки и реализации имитационной модели, но и сделать процесс самого моделирования более простым и доступным. При этом сокращается вероятность возникновения ошибок в ходе создания моделей из-за недостаточного знания языковых средств, невнимательности в работе с большими объёмами информации и т. д. [5].

Исследования в области моделирования бизнес-процессов с помощью аппарата сетей Петри и построения универсальной системы имитационного моделирования будут продолжены в дальнейшем.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Анализ современных средств моделирования бизнес-процессов [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.reengine.ru/index.asp?Menu=2&Sub=2>
2. Баранов, В. В. Реинжиниринг бизнес-процессов: этапы разработки и реализации [Электронный ресурс] / В. В. Баранов. – Режим доступа : [http://www.elitarium.ru/2012/11/14/reinzhiniring\\_biznes\\_processsov\\_jetapy\\_razrabotki\\_realizacii.html](http://www.elitarium.ru/2012/11/14/reinzhiniring_biznes_processsov_jetapy_razrabotki_realizacii.html)
3. Баранов, В. А. Реинжиниринг: сущность и методология [Электронный ресурс] / В. А. Баранов. – Режим доступа : [http://www.elitarium.ru/2006/05/12/reinzhiniring\\_sushhnost\\_i\\_metodologija.html](http://www.elitarium.ru/2006/05/12/reinzhiniring_sushhnost_i_metodologija.html)
4. Вендров, А. М. Методы и средства моделирования бизнес-процессов (обзор) [Текст] / Вендров А. М. // Информационный бюллетень. – 2004. – № 10 (137). – 32 с.
5. Духанов, А. В. Имитационное моделирование сложных систем [Текст] / А. В. Духанов, О. Н. Медведева // Курс лекций. – Владимир : ВГУ, 2010. – 118 с.
6. Котов, В. Е. Сети Петри [Текст] / В. Е. Котов. – М. : Наука, 1984. – 160 с.
7. Мальков, М. В. Сети Петри и моделирование [Электронный ресурс] / М. В. Мальков, С. Н. Малыгина. – Режим доступа : <http://cyberleninka.ru/article/n/seti-petri-i-modelirovanie>
8. Ойхман, Е. Г. Реинжиниринг бизнеса: реинжиниринг организаций и информационные технологии [Текст] / Е. Г. Ойхман, Э. В. Попов. – М. : Финансы и статистика, 1997. – 336 с.

9. Питерсон, Дж. Теория сетей Петри и моделирование систем [Текст] / Дж. Питерсон. – М.: Мир, 1984. – 264 с.
10. Полещук, Н. А. Моделирование затрат в экономических системах с помощью сетей Петри [Электронный ресурс] / Н. А. Полещук. – Режим доступа : [http://www.marketing-mba.ru/article/v4\\_11/Paliashchuk.pdf](http://www.marketing-mba.ru/article/v4_11/Paliashchuk.pdf)
11. Репин, В. В. Процессный подход к управлению. Моделирование бизнес-процессов [Текст] / В. В. Репин, В. Г. Елиферов. – М.: Манн, Иванов и Фербер, 2013. – 544 с.
12. Скородумов, П. В. Моделирование сложных динамических систем на базе вложенных гибридных сетей Петри [Текст] / П. В. Скородумов // Системы управления и информационные технологии: научно-технический журнал. – Москва-Воронеж : Научная книга, 2008. – С. 182–187.
13. Хаммер, М. Реинжиниринг корпорации. Манифест революции в бизнесе [Текст] / М. Хаммер, Д. Чампи. – М.: Манн, Иванов и Фербер, 2007. – 55 с.
14. Яблочников, Е. И. Реинжиниринг бизнес-процессов проектирования и производства [Текст] / Е. И. Яблочников, В. И. Молочник, Ю. Н. Фомина. – СПб.: СПбГУИТМО, 2008. – 152 с.
15. Mayer, R. Delivering Results: Evolving BPR from Art to Engineering [Electronic resource] / R. Mayer , P. de Witte. – Available at : <http://www.idef.com>
16. WF-сети Петри [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://ru.wikipedia.org/wiki/WF-сети>

### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

*Скородумов Павел Валерьевич* – кандидат технических наук, заведующий лабораторией интеллектуальных и программно-информационных систем. Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт социально-экономического развития территорий Российской академии наук. Россия, 160014, г. Вологда, ул. Горького, 56а. E-mail: [Spr.vsc@gmail.com](mailto:Spr.vsc@gmail.com). Тел.: (8172) 59-78-10.

**P.V. Skorodumov**

### **BUSINESS PROCESSES MODELING: APPROACHES, METHODS AND TOOLS**

*Business processes engineering is the basis for the modern approach to business management, with the most important direction being re-engineering. Re-engineering is aimed at the use of fundamentally new business processes based on modern innovation technology.*

*The analysis of the existing and development of new business requires the construction of models of the enterprise and its current business processes. Modeling is a process of reality reflection by means of a special methodology.*

*The article introduces basic approaches, methods and tools to boost business processes. It considers the most popular formalisms of Petri nets used for these purposes.*

*The study proposes to use the modified tool of nested hybrid Petri nets as a research tool of business processes. The proposal to develop a universal system of simulation modeling on the basis of the modified tool of Petri nets.*

*Business process, re-engineering, methodology of business processes modeling, Petri nets, universal system of simulation modeling.*

### REFERENCES

1. *Analiz sovremennykh sredstv modelirovaniya biznes-protsessov* [Analysis of the Modern Tools of Business Processes Modeling]. Available at: <http://www.reengine.ru/index.asp?Menu=2&Sub=2>
2. Baranov V. V. *Reinzhiniring biznes-protsessov: etapy razrabotki i realizatsii* [Re-engineering of Business Processes: Stages of Development and Implementation]. Available at: [http://www.elitarium.ru/2012/11/14/reinzhiniring\\_biznes\\_processov\\_jetapy\\_razrabotki\\_realizacii.html](http://www.elitarium.ru/2012/11/14/reinzhiniring_biznes_processov_jetapy_razrabotki_realizacii.html)
3. Barinov V. A. *Reinzhiniring: sushchnost' i metodologiya* [Re-engineering: Essence and Methodology]. Available at: [http://www.elitarium.ru/2006/05/12/reinzhiniring\\_sushchnost\\_i\\_metodologija.html](http://www.elitarium.ru/2006/05/12/reinzhiniring_sushchnost_i_metodologija.html)

4. Vendrov A. M. Metody i sredstva modelirovaniya biznes-protsessov (obzor) [Methods and Tools to Boost Business Processes (Review)]. *Informatsionnyi byulleten'* [Information Bulletin], 2004, no. 10 (137). 32 p.
5. Dukhanov, A. V., Medvedeva O. N. Imitatsionnoe modelirovanie slozhnykh sistem [Simulation Modeling of Complex Systems]. *Kurs lektsii* [Lectures Course]. Vladimir: VGU, 2010. 118 p.
6. Kotov V. E. *Seti Petri* [Petri Nets]. Moscow: Nauka, 1984. 160 p.
7. Mal'kov M. V., Malygina S. N. *Seti Petri i modelirovanie* [Petri Nets and Modeling]. Available at: <http://cyberleninka.ru/article/n/seti-petri-i-modelirovanie>
8. Oikhman E. G., Popov E. V. *Reinzhiniring biznesa: reinzhiniring organizatsii i informatsionnye tekhnologii* [Business Re-Engineering: Re-Engineering of Enterprises and Information Technologies]. Moscow: Finansy i statistika, 1997. 336 p.
9. Peterson J. *Teoriya setei Petri i modelirovanie sistem* [Petri Net Theory and the Modeling of Systems]. Moscow: Mir, 1984. 264 p.
10. Poleshchuk N. A. *Modelirovanie zatrat v ekonomicheskikh sistemakh s pomoshch'yu setei Petri* [Cost Modeling in Economic Systems by means of Petri Nets]. Available at: [http://www.marketing-mba.ru/article/v4\\_11/Paliashchuk.pdf](http://www.marketing-mba.ru/article/v4_11/Paliashchuk.pdf)
11. Repin V. V., Eliferov V. G. *Protsessnyi podkhod k upravleniyu. Modelirovanie biznes-protsessov* [Process Approach to Management. Business Processes Modeling]. Moscow: Mann, Ivanov i Ferber, 2013. 544 p.
12. Skorodumov P. V. *Modelirovanie slozhnykh dinamicheskikh sistem na baze vlozhennykh gibridnykh setei Petri* [Modeling of Complex Dynamic Systems on the Basis of Nested Hybrid Petri Nets]. *Sistemy upravleniya i informatsionnye tekhnologii: nauchno-tekhnicheskii zhurnal* [Management Systems and Information Technologies: Scientific-Technological Journal]. Moskva-Voronezh: Nauchnaya kniga, 2008. Pp. 182-187.
13. Hammer M., Champy J. *Reinzhiniring korporatsii. Manifest revolyutsii v biznese* [Reengineering the Corporation. A Manifesto for Business Revolution]. Moscow: Mann, Ivanov i Ferber, 2007. 55 p.
14. Yablochnikov E. I., Molochnik V. I., Fomina Yu. N. *Reinzhiniring biznes-protsessov proektirovaniya i proizvodstva* [Re-engineering of Business-Processes of Designing and Production]. Saint-Petersburg: SPbGUITMO, 2008. 152 p.
15. Mayer R., P. de Witte. *Delivering Results: Evolving BPR from Art to Engineering*. Available at: <http://www.idef.com>
16. *WF-seti Petri*. [Well-Formed Petri Nets]. Available at: <http://ru.wikipedia.org/wiki/WF-сети>

#### **INFORMATION ABOUT THE AUTHOR**

*Pavel Valeryevich Skorodumov* – Ph.D. in Engineering, Head of the Laboratory for Intelligent and Software-Information Systems. Federal State-Financed Scientific Institution the Institute of Socio-Economic Development of Territories of the Russian Academy of Sciences. 56A, Gorky Street, Vologda, 160014, Russia. E-mail: [Spv.vsc@gmail.com](mailto:Spv.vsc@gmail.com). Phone: +7(8172) 59-78-10.