

Преобразование и верификация бизнес-процессов из BPMN-модели в модель раскрашенных Сетей Петри

^{1*}ИСРАИЛОВА Салима Тимурлановна, докторант, israilova_st@mail.ru,

¹МУХАНОВА Аягоз Асанбековна, PhD, доцент, ayagoz198302@mail.ru,

¹КОЙШЫБАЕВА Меруерт Тимурлановна, докторант, zhaslan.mail.ru@mail.ru,

¹Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, Казахстан, 010008, Нур-Султан, ул. Саппаева, 2,

*автор-корреспондент.

Аннотация. Целью работы является определение алгоритма преобразования и верификации бизнес-процессов предприятия из BPMN-модели в модель раскрашенной Сети Петри. Полученный в результате алгоритм дает возможность исследовать модель бизнес-процесса в раскрашенной Сети Петри на соответствие свойствам заикленности и тупиковых позиций. Для построения указанного алгоритма проведен анализ методов преобразования и верификации бизнес-процессов из BPMN-модели в модель раскрашенной Сети Петри. В статье показано применение алгоритма преобразования и верификации на бизнес-процессе «Конкурсный отбор на вакантную должность». Анализ результатов исследования показал, что бизнес-процесс «Конкурсный отбор на вакантную должность» требует переработки последовательности функций бизнес-процесса. По итогам верификации модели найдены структурные ошибки схемы бизнес-процесса. При этом аппарат раскрашенных Сетей Петри охватывает и простые Сети Петри, в связи с чем предлагаемый алгоритм может быть использован и для обычных Сетей Петри.

Ключевые слова: бизнес-процесс, имитационное моделирование, Сети Петри, оптимизация бизнес-процессов.

Введение

На сегодняшний день, в условиях существующей конкуренции, ведение бизнеса, в том числе и подготовка управленческих решений, вызывает крайнюю необходимость учитывать всевозможные факторы, влияющие на динамику рассматриваемых систем. Управленческим лицам необходимо проводить анализ сотни различных ожидаемых сценариев, что требует применения новых видов моделирования бизнеса и разработки наиболее эффективных методов исследования. Одним из таких видов моделирования является имитационное моделирование. Сущность имитационного моделирования заключается в компьютерной реализации математической модели изучаемой системы для ее использования как симуляции (имитации) реальной системы и ее поведения.

Так, эффективное управление предприятием полностью зависит от эффективности работы бизнес-процессов предприятия. Аналитиками проводится построение моделей с помощью таких нотаций, как Camunda, Aris, UML, Visio [1], которые используют методологию BPMN 2.0. В

целях оценки бизнес-процессов популярны методы имитационного моделирования для нахождения «узких мест». Одним из классических методов имитационного моделирования является аппарат Сетей Петри [2]. При этом вместо обычной Сети Петри для увеличения объективности модели в данном исследовании используются раскрашенные Сети Петри.

Методы

В рамках исследования используется методология Business process management notation (BPMN) – одна из популярных нотаций и моделей, используемых аналитиками для построения описаний бизнес-процессов с помощью графического изображения определенной спецификации [3]. Популярность данной нотации обозначена высокоуровневыми представлениями процессов, понятных для большинства людей, не имеющих навыков программирования. BPMN дает возможность моделировать потоки данных и потоки сообщений, выполнять соответствие данных с действиями [4].

Моделирование в BPMN осуществляется по-

средством диаграмм с небольшим числом графических элементов. Это помогает пользователям быстро понимать логику процесса. Выделяют четыре основные категории элементов [5]:

- объекты потока управления: события, действия и логические операторы (развилки);
- соединяющие объекты: поток управления, поток сообщений и ассоциации;
- роли: пулы и дорожки;
- артефакты: данные, группы и текстовые аннотации.

Основные элементы бизнес-процесса представлены на рисунке 1 [6].



Рисунок 1 – Основные элементы бизнес-процесса

Вместе с тем, рассмотрим математический формализованный аппарат Сетей Петри [7].

Определение 1. Сеть Петри представляет собой $N = P, T, F, V$ графически представлен двудольным графом, где P и T – конечные множества мест и переходов соответственно, $P \cup T \neq \emptyset$ и $P \cap T = \emptyset$, соотношение потока $F \in (P \times T) \cup (T \times P)$ представляет собой набор дуг. V – весовая функция: $V \in [F \rightarrow N^+ = \{1, 2, \dots\}]$ [8].

Основные элементы сети Петри содержат места, переходы и дуги. Место p называется входным местом перехода t , если имеется направленная дуга от p к t .

Определение 2. Маркировка сети Петри $N = P, T, F, V$ представляет собой соответствие P к $N = N^+ \cup \{0\}$, где $M(p)$ представляет количество позиций на месте p .

К. Йенсен и группа научных исследователей разработали на основе классических Сетей Петри новое расширение – раскрашенные Сети Петри (РСП) [7]. Основным преимуществом РСП является имитация параллельных систем. Отличием от классических Сетей Петри считается, когда определенный цвет позиции содержится и в его фишках. РСП представляет собой кортеж [8]:

$$PN \equiv \langle E, P, T, F, A, \gamma, \epsilon, g^0 \rangle, \quad (1)$$

где E – конечное непустое множество позиций, в которой есть маркировки, $P = (N, T, F)$ – конечная сеть с множеством позиций N , задает начальную разметку сети и к каждой позиции определяет цветное соответствие, T – конечное множество переходов, который можно представить в виде одномерного массива, F – функция контроля, в ней описываются условия для срабатывания переходов, A – конечное множество ветвей, соединяющих позиции и переходы, γ – функция для выражений на ветвях, ϵ – конечное множество непустых типов, называемых цветами.

Алгоритм преобразования модели BPMN в модель раскрашенной Сети Петри

В целях преобразования модели BPMN в модель раскрашенной Сети Петри необходимо, во-первых, сделать декомпозицию бизнес-процесса на действия, а затем представить разделенную BPMN модель в виде графа $E = (D, F)$, где D – множество действий в бизнес-процессе, F – множество событий [9-10].

Для построения раскрашенной сети Петри сопоставим каждому действию модели BPMN позицию в РСП, а также событию модели BPMN – переход в РСП. В итоге мы получим модель РСП на рисунке 2 по соответствию элементов:

Для проверки предложенных переходов необходимо преобразовать модель BPMN бизнес-процесса «Конкурсный отбор на вакантную должность» в модель раскрашенной Сети Петри. Текущая модель BPMN бизнес-процесса «Конкурсный отбор на вакантную должность» представлена на рисунке 3.

Применив алгоритмы, указанные на рисунке 2, получим раскрашенную Сеть Петри на рисунке 4.

Исследуя преобразованную модель в Сети Петри, мы можем утверждать, что в данной модели отсутствуют тупиковые функции, а также заикленность действий в бизнес-процессе.

Заключение

В работе представлен алгоритм преобразования верификации бизнес-процессов предприятия из BPMN-модели в модель раскрашенной Сети Петри. Данное преобразование дает возможность глубоко исследовать бизнес-процесс на наличие ошибок и несоответствий. Так, запрограммировав данный алгоритм, можно получить программу автоматической проверки и верификации бизнес-процессов предприятия, что запланировано в дальнейших исследованиях. Руководству компаний в конкурентоспособной среде необходимы оперативные и быстрые решения в оптимизации бизнес-процессов, а автоматическая проверка на основе представленного алгоритма экономит время в процессе реинжиниринга бизнес-процессов предприятий.
















Элемент BPMN	Элемент Сети Петри	Элемент BPMN	Элемент Сети Петри
 Начальное событие	 →  t1 →  p1	 Конечное событие	 t1 →  p1
 Промежуточное событие	 Уведомительное событие	 Таймер стартового события	 t1 →  p1 [0,2]
 Промежуточный таймер события	 t1 →  p1 [0,2]		

Рисунок 2 – Соответствие каждого элемента модели BPMN элементу РСП

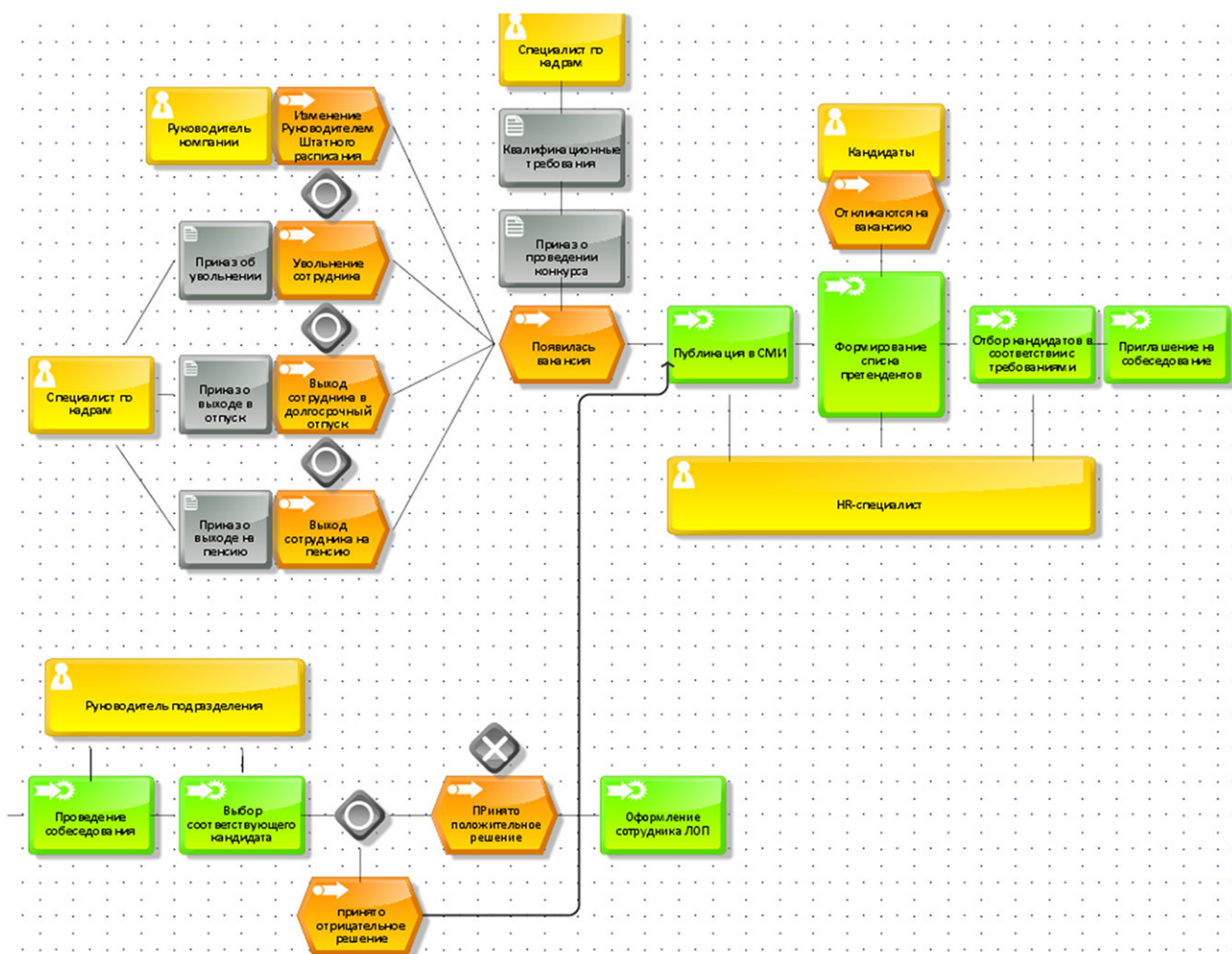


Рисунок 3 – BPMN-модель бизнес-процесса «Конкурсный отбор на вакантную должность»

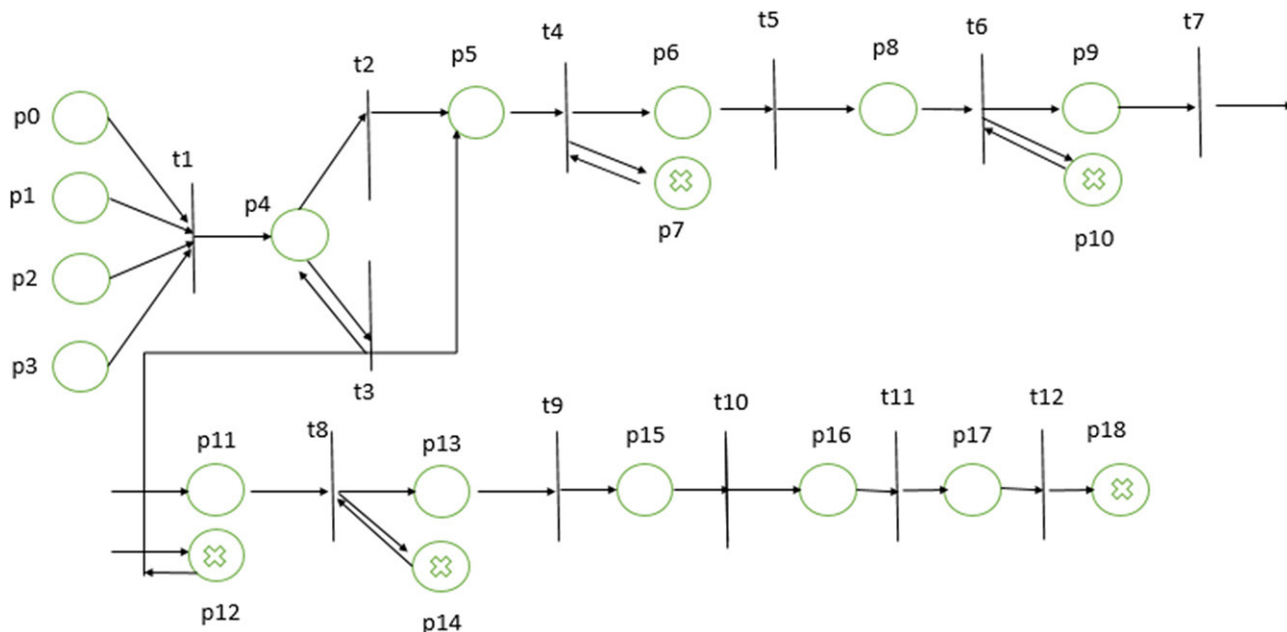


Рисунок 4 – Модель бизнес-процесса «Конкурсный отбор на вакантную должность» в Сети Петри

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вендров А.М. Современные методы и средства моделирования бизнес-процесса (обзор) // Сборник докладов 7-й научно-практической конференции «РБП-СУЗ-2004». Москва: МЭСИ, 2004. С. 57.
2. Борщев А.В. Как строить простые, красивые и полезные модели сложных систем // Автоматизация в промышленности. – 2014. – № 7. С. 10.
3. Фёдоров И.Г. Моделирование бизнес-процессов в нотации BPMN 2.0. Москва: МЭСИ, 2013. С. 62.
4. Фирсова Н.В. Инструментальные средства описания бизнес-процессов и оценка их применения для целей реинжиниринга // Вестник СПбГУ. – Сер. 8. – Вып. 4. – 2005. С. 100-119.
5. Шеер А.В. Моделирование бизнес. М.: Серебряные нити, 2000. С. 30-38.
6. Доррер Г.А. Исследование и проектирование региональных информационно-телекоммуникационных систем на основе имитационного моделирования // Вестник СибГТУ. 1999. № 1. С. 146-159.
7. Ломазова И.А. Вложенные сети Петри: моделирование и анализ распределенных систем с объектной структурой. Москва: Научный мир. 2004. С. 51.
8. Питерсон Дж. Теория сетей Петри и моделирование систем / Дж. Питерсон. Москва: Мир, 1984. С. 264.
9. Ломазова И.А. Вложенные сети Петри для адаптивного управления потоками работ // Параллельные вычисления и задачи управления: тр. III Междунар. конф. 2-4 октября 2006 г. – М.: ИПУ РАН, 2006. – С. 1300-1308.
10. Хамер М. Реинжиниринг корпорации: Манифест революции в бизнесе / М. Хамер, Дж. Чампи. – СПб.: Изд. дом «Манн, Иванов и Фербер», 2005. – 287 с.

Бизнес-процестерді BPMN моделінен түсті Петри желісінің моделіне түрлендіру және тексеру

¹*ИСРАИЛОВА Салима Тимурлановна, докторант, israilova_st@mail.ru,

¹МУХАНОВА Аягоз Асанбековна, PhD, доцент, ayagoz198302@mail.ru,

¹КОЙШЫБАЕВА Меруерт Тимурлановна, докторант, mtrakhimova@gmail.com,

¹Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Қазақстан, 010008, Нұр-Сұлтан, Сәтпаев көшесі, 2,

*автор-корреспондент.

Аңдатпа. Жұмыстың мақсаты кәсіпорынның бизнес-процестерін BPMN моделінен Петри боялған желісінің моделіне түрлендіру және тексеру алгоритмін анықтау болып табылады. Нәтижесінде алынған алгоритм Петри боялған желісіндегі бизнес-процестің моделін циклдік және тұйық позициялардың қасиеттеріне сәйкестігін зерттеуге мүмкіндік береді. Көрсетілген алгоритмді құру үшін BPMN моделінен Петри боялған желісінің моделіне бизнес-процестерді түрлендіру және тексеру әдістеріне талдау жасалды. Мақалада бизнес-процесте «бос лауазымға конкурстық іріктеу» түрлендіру және верификация алгоритмін қолдану көрсетілген. Зерттеу нәтижелерін талдау «бос лауазымға конкурстық іріктеу» бизнес-процесі бизнес-процесс функцияларының реттілігін қайта өңдеуді талап ететінін көрсетті. Модельді тексеру нәтижелері бойынша бизнес-процесс схемасының құрылымдық қателері табылды. Сонымен қатар, Петри боялған желілерінің

аппараты Петридің қарапайым желілерін де қамтиды, сондықтан ұсынылған алгоритмді қарапайым Петри желілері үшін де қолдануға болады.

Кілт сөздер: бизнес-процесс, модельдеу, Петри желілері, бизнес-процестерді оңтайландыру.

Conversion and Verification of Business Processes from a BPMN Model to a Colored Petri Nets Model

¹***ISRAILOVA Salima**, doctoral student, israilova_st@mail.ru,

¹**MUKHANOVA Ayagoz**, PhD, Associate Professor, ayagoz198302@mail.ru,

¹**KOISHYBAYEVA Meruert**, doctoral student, mtrakhimova@gmail.com,

¹L.N. Gumilyov Eurasian National University, Kazakhstan, 010008, Nur-Sultan, Satpayev Street, 2,

*corresponding author.

Abstract. The purpose of work is to determine the algorithm for converting and verifying business processes of an enterprise from a BPMN model to a colored Petri Net model. The resulting algorithm makes it possible to study the business process model in a colored Petri Net for compliance with the properties of cycling and dead-end positions. To build this algorithm, the analysis of methods for converting and verifying business processes from a BPMN model to a colored Petri net model was carried out. The article shows the application of the transformation and verification algorithm on the business process «Competitive selection for a vacant position». The analysis of the research results showed that the business process «Competitive selection for a vacant position» requires processing the sequence of functions of the business process. According to the results of the model verification, structural errors of the business process scheme were found. At the same time, the apparatus of colored Petri Nets also covers simple Petri Nets, and therefore the proposed algorithm can also be used for ordinary Petri Nets.

Keywords: business process, simulation modeling, Petri nets, optimization of business processes.

REFERENCES

1. Vendrov A.M. Sovremennye metody i sredstva modelirovaniya biznes-processa (obzor) // Sbornik dokladov 7-j nauchno-prakticheskoy konferencii «RBP-SUZ-2004». Moscow: MESI, 2004. P. 57.
2. Borshchev A.V. Kak stroit' prostye, krasivye i poleznye modeli slozhnyh sistem // Avtomatizatsiya v promyshlennosti. – 2014. – No. 7. P. 10.
3. Fyodorov I.G. Modelirovanie biznes-processov v notatsii BPMN 2.0. Moscow: MESI, 2013. P. 62.
4. Firsova N.V. Instrumental'nye sredstva opisaniya biznes-processov i ocenka ih primeneniya dlya celej reinzhiniringa // Vestnik SPbGU. – Ser. 8. – Vyp. 4. – 2005. pp. 100-119.
5. Sheer A.V. Modelirovanie biznes. Moscow: Serebryanye niti, 2000. pp. 30-38.
6. Dorrer G.A. Issledovanie i proektirovanie regional'nyh informacionno-telekommunikatsionnyh sistem na osnove imitatsionnogo modelirovaniya // Vestnik SibGTU. 1999. No. 1. pp. 146-159.
7. Lomazova I.A. Vlozhennye seti Petri: modelirovanie i analiz raspredelennyh sistem s ob'ektnoj strukturoj. Moscow: Nauchnyy mir. 2004. P. 51.
8. Piterson Dzh. Teoriya setej Petri i modelirovanie sistem / Dzh. Piterson. Moscow: Mir, 1984. P. 264.
9. Lomazova I.A. Vlozhennye seti Petri dlya adaptivnogo upravleniya potokami rabot // Parallel'nye vychisleniya i zadachi upravleniya: tr. III Mezhdunar. konf. 2-4 oktyabrya 2006 g. – Moscow: IPU RAN, 2006. – pp. 1300-1308.
10. Hamer M. Reinzhiniring korporatsii: Manifest revolyucii v biznese / M. Hamer, Dzh. Champi. – Saint Petersburg: Publ. «Mann, Ivanov i Ferber», 2005. – 287 p.