

Полещук Надежда Александровна, к.э.н.,
кафедра маркетинга, Белорусского
государственного экономического
университета

Моделирование затрат в экономических системах с помощью сетей Петри

Аннотация

В статье рассматриваются вопросы моделирования затрат на основе аппарата сетей Петри для выявления несогласованности и дублирования операций, составляющих процессы, а также рациональной последовательности их выполнения, и за счет этого сокращения общей величины затрат. Применение аппарата сетей Петри позволяет определить оптимальную последовательность операций моделируемого процесса, а также время и затраты на его выполнение в разрезе различных заказов разных покупателей.

Ключевые слова: бизнес-процесс, операция, затраты, сеть Петри, моделирование.

УДК 336.27

RePEc: M21, C1, C2, C3, C6

Paliashchuk Nadzeya,

PhD, marketing department

Belarusian State Economic University

Simulation of economic costs systems using Petri nets

Abstract

The article is dedicated to the questions of cost modeling on the basis of the Petri nets in order to exposure the inconsistency and duplication of operations that make business-processes, and also rational sequence of their implementation. As a result it helps to reduce combined value of expenses. Application of Petri nets in business allows defining the optimal sequence of operations within the modelled process, and also time and expenses on its implementation in the cut of orders of different customers.

Keywords: *operation, Petri net, business process, expenses, modeling.*

УДК 336.27

RePEc: M21, C1, C2, C3, C6

УДК 336.27

Полещук Надежда Александровна, к.э.н.,
кафедра маркетинга, Белорусского
государственного экономического
университета

Моделирование затрат в экономических системах с помощью сетей Петри

Paliashchuk Nadzeya,
PhD, marketing department
Belarusian State Economic University

Simulation of economic costs systems using Petri nets

Учитывая иерархию и множественность процессов, используемых для анализа, оценки, а также оптимизации затрат в цепочках создания и реализации готового продукта (в первую очередь за счет исключения излишних операций, не создающих ценность для потребителей), организациям целесообразно использовать современные информационные технологии и моделирование. Построение модели позволяет определить несогласованность операций, их дублирование, оптимальную последовательность выполнения и др. Инструментальные средства моделирования бизнес-процессов дают возможность проводить их стоимостный анализ. С их помощью возможно выявлять и удешевлять дорогостоящие операции, определять и исключать излишние операции и, таким образом, уменьшать стоимость производимой продукции (услуг).

В настоящее время известен ряд технологий, предназначенных для моделирования бизнес-процессов. Однако наиболее широкое применение в

практике зарубежных и отечественных предприятий получили CASE-технологии (Computer Aided Software Engineering). В их числе PRO CAP, Aris, Rational Rose, BPWin, ERWin, Oracle Designer и некоторые другие. К технологиям этого типа относятся и средства моделирования на основе аппарата сетей Петри. Понятие сетей Петри были впервые введены в 1962 г. прошлого столетия Карлом Адамом Петри для описания асинхронных алгоритмов, моделирования поведения параллельных вычислительных и коммуникационных систем, а также сетевых протоколов. За последние годы область применения сетей Петри постоянно расширялась. Наибольших результатов в исследованиях добились зарубежные научные школы Германии, Франции и США. К сожалению, отечественная наука и практика не уделяет должного внимания возможностям применения аппарата сетей Петри, который может успешно использоваться на предприятиях при моделировании альтернативных бизнес-процессов (закупка товарно-материальных ценностей, выполнение заказов покупателей, складская переработка и др). Использование сетей Петри эффективно также в цепочке взаимосвязанных предприятий, участвующих в создании конечного продукта.

Сети Петри позволяют описывать и анализировать длительность выполнения и взаимодействие операций внутри процессов разного уровня с целью выявления узких мест производственно-экономических систем, а также определять величины и резервы сокращения затрат человеческих, финансовых и других ресурсов на выполнение этих процессов. Основные преимущества и широкие возможности использования сетей Петри для выявления направлений снижения затрат при моделировании бизнес-процессов заключаются в следующем: 1) процесс, определенный в терминах сетей Петри, имеет ясное и четкое представление; 2) наглядность графики построения сети, благодаря которой все ее определения и алгоритмы легко воспринимаются; 3) возможность использования различных методов анализа [1, с. 141].

Сеть Петри представляет собой ориентированный граф с вершинами двух

типов – позициями (П) и переходами (t). Переходы сети (t) имеют вид вертикальных линий и соответствуют совокупности операций по выполнению процесса. Позиции сети (П) изображаются овалами и соответствуют условиям переходов. В позициях сети помещаются так называемые маркеры (фишки), являющиеся объектами (заказы, заявки, ресурсы и др.) моделируемых процессов. Их перемещение отображает динамику процессов. Число маркеров в позиции выражается целым неотрицательным числом и определяет состояние позиции, а набор состояний всех позиций – состояние сети Петри. Движение маркеров происходит в результате выполнения (срабатывания) перехода под воздействием внешних и внутренних условий осуществления процесса.

Анализ сетей Петри основывается на распознавании ряда свойств, характеризующих сеть. К числу основных свойств относятся: ограниченность, сохранение, активность и достижимость сети [2, с. 38]. Первое свойство означает, что каждая позиция сети является ограниченной количеством объектов, не превышающим заданное число k ($k \geq 1$). Сеть считается ограниченной, если все ее позиции ограничены. Сеть, все позиции которой ограничены одним объектом, называется безопасной. Это имеет место, например, при выполнении одного заказа (заявки). Сеть является сохраняющей, если число циркулирующих в ней объектов постоянно. Свойство активности выражается в том, что все нетупиковые переходы считаются активными. Переход сети может быть тупиковым (неактивным) в случае, если в процессе ее функционирования переход заблокирован (обязательное проведение тендера при государственных закупках, снятие с производства заказываемой продукции, государственные ограничения в коммерческой деятельности предприятий и др.). Достижимость сети означает, что существует цепочка срабатываний переходов, ведущая из ее начального состояния S_0 в состояние S_n . Опираясь на вышеизложенное описание содержания и свойств аппарата сетей Петри, в статье предлагается методика моделирования затрат, предусматривающая выполнение пяти этапов: 1) выбор моделируемого бизнес-

процесса и построение сети Петри; 2) проверка корректности сети Петри на основе ленты достижимости; 3) преобразование построенной и проверенной на корректность сети Петри в схему процесса; 4) детализация операций моделируемого процесса; 5) определение затрат, прибыли и рентабельности по выбранным объектам.

На первом этапе происходит построение сети Петри для выбранного бизнес-процесса с определением входных и выходных позиций. При этом число позиций сети будет зависеть от количества условий, выполняемых в рамках этого процесса операций. В случае, если в сети Петри одновременно активировано несколько переходов, то выбор того из них, который «срабатывает», будет определяться управляющим воздействием. Оно описывается логической функцией, образующейся из выражений аргументов с помощью логических связок «и», «или», «не». При этом аргументы функций представляют собой лингвистические переменные, заключенные в скобки.

На втором этапе проводится проверка корректности построения сети Петри на основе ленты достижимости – линейной формы представления множества состояний сети, достижимых из ее начального состояния. Лента достижимости представляет собой таблицу, строки которой соответствуют позициям, а столбцы – состояниям сети Петри. Нижняя клетка каждого столбца обозначается соответствующим состоянием S_i , а верхняя – парой $S_j t_d$, где S_j – состояние, предшествующее состоянию S_i , а t_d – переход, ведущий из S_j в S_i ($i, j = 0, n; d = 1, m$). Остальные клетки столбца заполняются значениями позиций $P_1 \dots P_n$, определяющие данное состояние. При этом первый слева столбец соответствует начальному состоянию S_0 , для которого верхняя клетка не заполняется. Конечные состояния помечаются верхним индексом «k» и располагаются в нижних клетках столбцов. Построение ленты достижимости заканчивается, когда в нее больше нельзя ввести ни одного нового столбца.

Третий этап методики заключается в преобразовании построенной и проверенной на корректность сети Петри в схему процесса. С ее помощью

конкретизируется и детализируется передача и преобразование объектов по операциям в рамках реализуемого процесса. При этом логика преобразования входных потоков объектов в выходные по операциям будет иметь следующий вид (таблица 1).

Таблица 1. Преобразование потоков объектов

Операция	Логическая формула преобразования потоков
O_1	$\langle P_1 \rightarrow P_2 \text{ или } P_1 \rightarrow P_3 \rangle$ и т.д.
...	...
O_n	$\langle P_n \rightarrow P_m \text{ или } P_n \rightarrow P_k \rangle$ и т.д.

На четвертом этапе производится детализация операций моделируемого процесса с целью выявления последовательности выполняемых действий, в ходе которых объекты, с определенным набором характеристик, преобразуются в конкретных операциях, а также передаются от одних операций к другим. Характеристика будет означать необходимый, существенный, постоянный признак, составляющий отличительную особенность объекта. Преобразование обрабатываемых объектов в конкретной операции предлагается представлять как последовательную смену их состояний, определяемую набором характеристик этих объектов, а также их значениями. Для описания последовательности состояний объектов используем сети Петри. Состояния объектов будут соответствовать позициям сети, условия их преобразования – переходам. При этом операции изображаются прямоугольниками, с левой стороны которых указаны все характеристики, присущие данным операциям, а с правой – последовательность состояний объектов в виде сетей Петри.

В рамках каждой операции выделяются возможные состояния объектов. Каждое состояние определяется соответствующей характеристикой либо набором характеристик объекта. Так, переходы $(tn.m)$ между состояниями активируются условиями, которые выражаются характеристиками – логическими переменными, с использованием выражений <истина> и <ложь>.

Между изменениями характеристик объектов и их состояний, которые имеют место быть как в рамках отдельных операций, так и между ними, существует взаимозависимость. Такие изменения можно назвать соответственно внутриоперационными и межоперационными преобразованиями. Первые (внутриоперационные) преобразования в общих случаях выполняются по схеме «ЕСЛИ – ТОГДА – ИНАЧЕ», в остальных (при отсутствии условий) – ограничиваются одним действием. Вторые (межоперационные) преобразования основываются на условиях перехода из одной операции в другую.

На последнем пятом этапе на основе построенной модели процесса рассчитываются затраты по каждому выбранному объекту.

Возможность и целесообразность использования методики моделирования затрат на основе аппарата сетей Петри докажем проведением соответствующих расчетов. В качестве моделируемого бизнес-процесса используем один из наиболее значимых процессов для оптовых организаций «Выполнение заказов клиентов». Для апробации методики были использованы данные торгово-посреднического предприятия ОАО «Минскконтракт». Суть бизнес-процесса состоит в том, что покупатели, направляют в организацию заявки на приобретение необходимой продукции. Специалисты по продажам ОАО «Минскконтракт» их рассматривают и принимают решения о возможности выполнения. При положительном решении на основе заявок оформляются заказы, нужные товары приобретаются у предприятий-производителей и доставляются на склад оптовой организации, затем комплектуются и отгружаются заказчикам.

На первом этапе построим Сеть Петри для моделирования процесса «Выполнение заказов клиентов» (рисунок 1). При этом переходы сети – tl , $l = 1, 9$ – соответствуют совокупности операций по выполнению процесса. Позиции – Pi , $i = 1, 11$ – соответствуют условиям переходов. Стрелками показаны дуги, соединяющие вершины графа разного типа. В качестве маркеров (фишек) выступают объекты – заявки от различных предприятий (Pij , $i = 1, 11$, $j = 1, ni$ –

j -я заявка, поступающая в i -ю позицию), поступающие на ОАО «Минскконтракт», и ресурсы (R_1), соответствующие запасам товаров на складе организации.

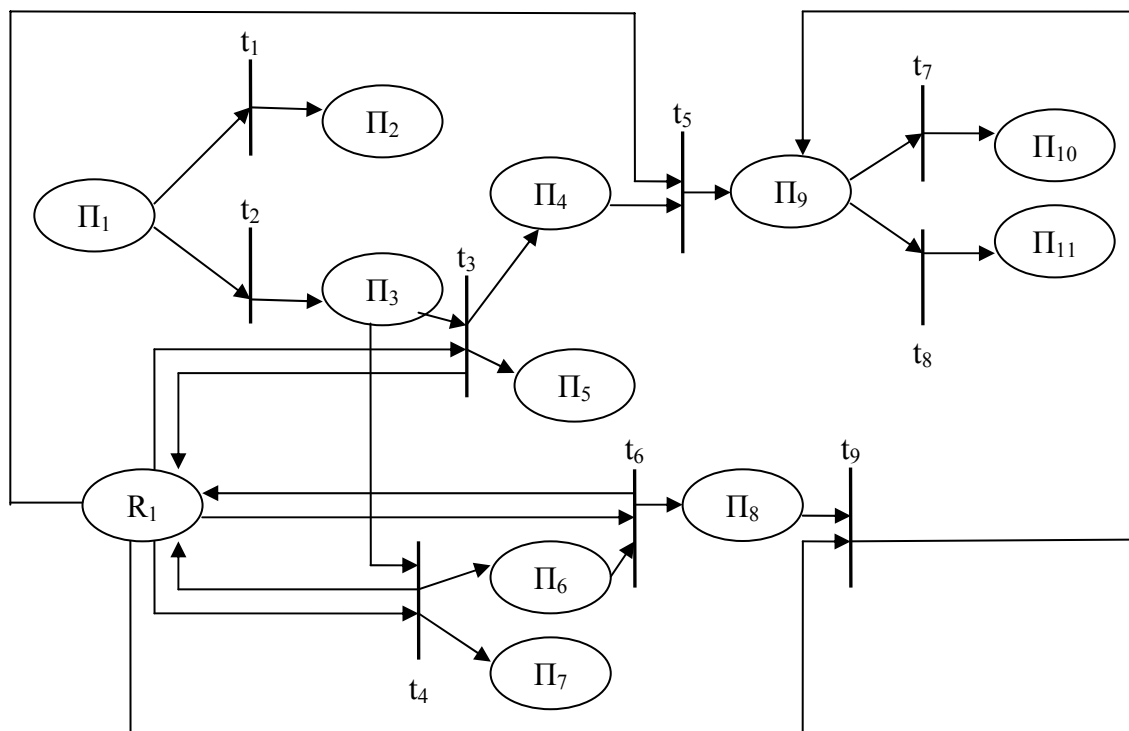


Рис.1. сеть Петри для процесса «Выполнение заказов клиентов»

Входной позиции сети (P_1) соответствуют поступившие в организацию заявки покупателей ($P_{11}, P_{21}, \dots P_{n1}$). Выходными позициями (P_{10} и P_{11}) выступают доставленные (P_{n10}) либо вывезенные транспортом клиента (P_{n11}) скомплектованные заказы.

Поскольку в сети для процесса «Выполнение заказов клиентов» одновременно может быть активировано несколько переходов, то выбор того из них, который выполняется (срабатывает), будем определять управляющим воздействием. Его, в свою очередь, будем описывать логической функцией, состоящей из выражений аргументов, объединенных логической связкой «и» (таблица 2).

Таблица 2. Управление переходами в сети Петри

Переход	Управляющее воздействие
t_1	«Заявка $Пn_1$ поступила на предприятие» и «в результате обработки отклонена»
t_2	«Заявка $Пn_1$ поступила на предприятие» и «в результате обработки принята к выполнению»
t_3	«Принятый к выполнению заказ $Пn_3$ обеспечен ресурсом R_1 » и «заявка на бронирование товаров отправлена на склад»
t_4	«Принятый к выполнению заказ $Пn_3$ не обеспечен ресурсом R_1 » и «заявка производителю отправлена»
t_5	«Обеспеченный заказ $Пn_4$ обладает максимальным временем нахождения в позиции $П_4$ » и «готов к комплектации»
t_6	«Необходимые товары, составляющие необеспеченный заказ $Пn_6$, поступают на склад организации»
t_7	«Скомплектованный заказ $Пn_9$ готов к отгрузке» и «обеспечен транспортным средством для его доставки клиенту»
t_8	«Скомплектованный заказ $Пn_9$ готов к отгрузке» и «ожидает транспортного средства клиента»
t_9	«Заказ $Пn_8$ обладает максимальным временем нахождения в позиции $П_8$ » и «готов к комплектации»

На втором этапе производится анализ вариантов поведения сети Петри на основе ленты достижимости, имеющей линейную форму представления множества состояний сети (S_n), достижимых из ее начального состояния (S_0). Поскольку исходя из условий работы организации специалист ежедневно может принять к выполнению два новых заказа, то в начальном состоянии сети, построенной для процесса «Выполнение заказов клиентов», будет находиться два поступивших в позицию $П_1$ заказа. В результате проведенных расчетов было установлено, что лента достижимости имеет 15 конечных состояний (S_{nk}):

- Оба заказа отклонены;
- Один заказ отклонен, второй – обеспечен и доставлен клиенту;
- Один заказ отклонен, второй – обеспечен и вывезен клиентом со склада предприятия;
- Один заказ отклонен, второй – доукомплектован и доставлен

клиенту;

- Один заказ отклонен, второй – доукомплектован и вывезен клиентом со склада предприятия;
- Оба заказа обеспечены и доставлены клиентам;
- Оба заказа обеспечены и вывезены клиентами со склада предприятия;
- Оба заказа обеспечены, при этом один из них доставлен клиенту, второй вывезен клиентом со склада предприятия;
- Оба заказа доукомплектованы и доставлены клиентам;
- Оба заказа доукомплектованы и вывезены клиентами со склада предприятия;
- Оба заказа доукомплектованы, при этом один из них доставлен клиенту, второй вывезен клиентом со склада предприятия;
- Один заказ обеспечен, второй – доукомплектован. Оба доставлены клиентам;
- Один заказ обеспечен и доставлен клиенту, второй – доукомплектован и вывезен клиентом со склада предприятия;
- Один заказ обеспечен и вывезен клиентом со склада предприятия, второй – доукомплектован и доставлен клиенту;
- Один заказ обеспечен, второй – доукомплектован. Оба вывезены клиентами со склада предприятия.

Анализ конечных состояний построенной сети показал, что в ней отсутствуют неконечные тупиковые состояния, в которых не активирован ни один переход, а также нет циклов без выхода. На этом основании можно сделать вывод о том, что сеть построена корректно.

На третьем этапе построенная сеть Петри, с учетом проведенного анализа ее корректности, преобразовывается в схему процесса (рисунок 2), которая конкретизирует и детализирует передачу и преобразование объектов по операциям в рамках реализуемого процесса.

Из рисунка 2 видно, что процесс «запускается» входящим потоком $\Pi n1$ (поступившие в организацию заявки) и $R1$ (запас товаров, необходимых для выполнения заказов), а завершается выходными потоками $\Pi n2$ (заявки отклонены), $\Pi m5$ (требование на склад для бронирования товаров, где m – номер требования), $\Pi j7$ (заявки производителям на поставку продукции, где j – номер заявки производителю), $\Pi n10$ (заказы, доставленные клиентам) и $\Pi n11$ (заказы, вывезенные транспортом клиента).

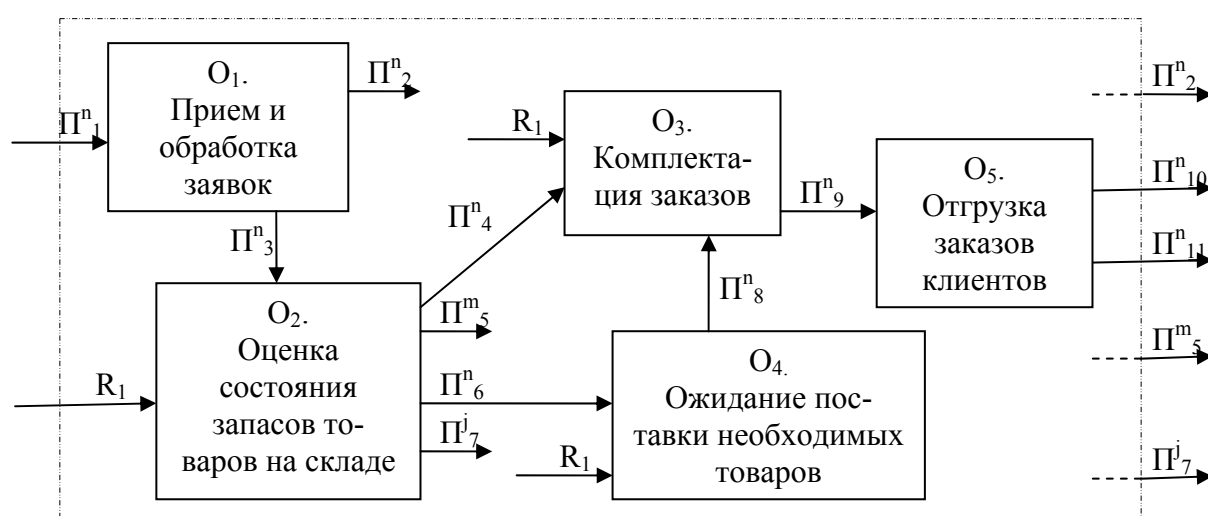


Рис.2. схема процесса «Выполнение заказов клиентов»

Реализация процесса «Выполнение заказов клиентов» включает в себя 5 операций ($O1$, $O2$, $O3$, $O4$ и $O5$), которые имеют входные и выходные, преобразованные в результате их осуществления, объекты. Так, для операции «прием и обработка заявок» ($O1$) входными объектами являются поступившие в организацию заявки ($\Pi n1$), а выходными – отклоненные заявки ($\Pi n2$) и заявки, принятые к выполнению ($\Pi n3$). Логика преобразования входных потоков объектов в выходные по операциям представлена в таблице 3.

Таблица 3. Преобразование потоков объектов

Операция	Логическая формула преобразования потоков
O_1	$\Pi_1 \rightarrow \Pi_2$ или $\Pi_1 \rightarrow \Pi_3$
O_2	$\Pi_3 R_1 \rightarrow \Pi_4 \Pi_5 R_1$ или $\Pi_3 R_1 \rightarrow \Pi_6 \Pi_7 R_1$
O_3	$\Pi_4 R_1 \rightarrow \Pi_9$ или $\Pi_8 R_1 \rightarrow \Pi_9$
O_4	$\Pi_6 R_1 \rightarrow \Pi_8 R_1$
O_5	$\Pi_9 \rightarrow \Pi_{10}$ или $\Pi_9 \rightarrow \Pi_{11}$

Для того чтобы правильно оценить время и стоимость осуществления той или иной операции, на четвертом этапе производится их детализация. Она выявит последовательность выполняемых действий, в ходе которых объекты – заказы покупателей, обладающие определенным набором характеристик, преобразуются в конкретных операциях, а также передаются от одних операций к другим. Так, для операции «прием и обработка заявок» объект будет характеризоваться идентификационным номером заказа ($o1.1$), наименованием организации-заказчика ($o1.2$), банковским счетом заказчика ($o1.3$) и др. При переходе в очередную операцию объекты наследуют из предшествующей некоторый набор характеристик, приобретают новые и утрачивают те из них, которые не нужны при выполнении текущей операции.

На этом же этапе преобразование обрабатываемых объектов в конкретной операции представляется как последовательная смена их состояний, определяемая набором характеристик этих объектов, а также их значениями. Для описания последовательности состояний объектов используется сеть Петри. Состояния объектов будут соответствовать позициям сети, условия их преобразования – переходам. При этом операции изображаются прямоугольниками, с левой стороны которых указаны все характеристики, присущие данным операциям, а с правой – последовательность состояний объектов в виде сетей Петри.

В рамках каждой операции выделяются возможные состояния объектов (регистрация поступления заявки – $C1.1$, рассмотрение заявки – $C1.2$, передача отклоненной заявки в выходную очередь $P2$ – $C1.3$ и т.д.). Каждое состояние определяется соответствующей характеристикой либо набором характеристик

объекта (заказа). Так, переходы (tn.m) между состояниями активируются условиями, которые выражаются характеристиками – логическими переменными, с использованием выражений <истина> и <ложь>.

Взаимозависимость между изменениями характеристик объектов и их состояний будем идентифицировать как внутриоперационные и межоперационные преобразования. Первые (внутриоперационные) преобразования выполняются по схеме «ЕСЛИ – ТОГДА – ИНАЧЕ», в случае отсутствия условий ограничиваясь одним действием. Вторые (межоперационные) преобразования основываются на условиях перехода из одной операции в другую. При этом последующая операция «запускается» входным для нее потоком (ПЗ для О2, П4 для О3 и т.д.) при условии, что объект в предшествующей операции находится в конечном состоянии и его обслуживание в ней завершено.

Например, операция О1 «Прием и обработка заявок» имеет начальное состояние С1.1 (регистрация поступившей от клиента в организацию заявки) и два конечных состояния С1.3 (заявка отклонена и передана в выходную очередь П2) и С1.5 (заказ принят к выполнению и передан в выходную очередь П3). В начальном состоянии присваиваются значения характеристикам о1.1 (номер заявки), о1.2 (наименование заказчика), о1.3 (номер счета заказчика), о1.4 (сумма заказа), о1.5 (размер наценки), о1.6 (дата поступления заявки) и о1.9 (заявка зарегистрирована). Последняя характеристика (о1.9), являясь условием для срабатывания перехода t1.1, получает значение <истина>. В состоянии С1.2 происходит рассмотрение поступившей заявки на возможность ее выполнения. В зависимости от результата рассмотрения, атрибуту о1.10 (заявка принята к выполнению) присваивается значение <истина> либо <ложь> (схема преобразования «ЕСЛИ – ТОГДА – ИНАЧЕ»). При условии о1.10 – <истина>, срабатывает переход t1.3 в состояние С1.4 (подтверждение заявки клиентом). Если же о1.10 – <ложь>, выполняется переход t1.2 в конечное состояние С1.3, из которого заявка передается в выходную очередь П2, т.е. отклоняется. В

состоянии C1.4 принятая к выполнению заявка (заказ) подтверждается клиентом (o1.11 – <истина>). При этом активируется переход t1.4, ведущий в конечное состояние C1.5, которому присваиваются значения характеристик o1.7, o1.8 (время – B1,i и затраты – Z1,i на обработку заказа соответственно), и фиксируется факт завершения обслуживания заказа в операции O1 «Прием и обработка заявки» (o1.13 – <истина>). Характеристика o1.12 (состояние заявки в рамках операции O1) сопутствует каждому состоянию в котором находится заказ в операции и приравнивается к нему (o1.12 = C1.1, o1.12 = C1.2 и т.д.). Переход к следующей операции O2 «Оценка состояния запасов товаров на складе», для которой входным потоком является ПЗ, инициируется парой C1.5 – <истина> и o1.13 (обслуживание заявки а операции O1 завершено) – <истина>. При этом из первой операции во вторую наследуются характеристики o1.1, o1.2, o1.4 – o1.8. Подобным образом выполняется обработка заказа в остальных операциях.

На пятом этапе на основе построенной модели процесса детально рассчитываем затраты по каждому клиентскому заказу. Для доказательства возможности и эффективности применения предложенных рекомендаций были сделаны расчеты стоимости четырех заказов ОАО «Минскконтракт» (П1 – П4) с различными условиями их выполнения. Они поступили в отдел промышленных товаров от РОО «Минский Райисполком», СОАО «Коммунарка», ООО «Стар Глас Лайтинг» и УО «Минский государственный технологический колледж». При расчетах учитывался состав, цены приобретения и реализации, а также размер торговой наценки по товарным позициям каждого заказа.

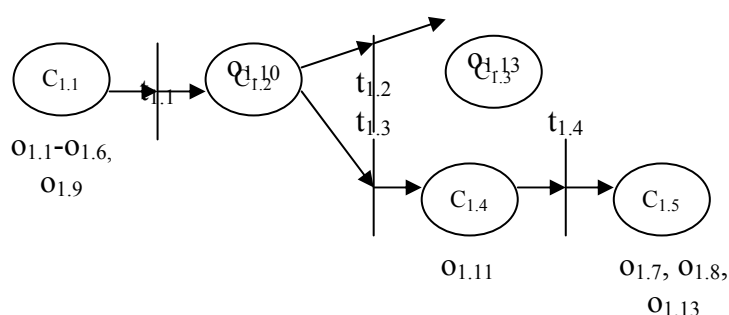
Процесс «Выполнение заказов клиентов» начинается с поступления в организацию заявок от вышеперечисленных заказчиков (операция O1), где происходит их обработка ведущим специалистом по продажам (R2) (таблица 4).

Заявки проходят определенную смену состояний, каждому из которых

Таблица 4. Расчет затрат на выполнение операции О1 «Прием и обработка заявок клиентов»

	Π_1^1	Π_1^2	Π_1^3	Π_1^4
o _{1.1}	594	595	596	597
o _{1.2}	РОО «Минский Райисполком»	СОАО «Коммунарка»	ООО «Стар Глас Лайтинг»	УО «МГТК»
o _{1.3}	...0130	...6013	...0053	...0011
o _{1.4}	716, 52 USD	336, 34 USD	6884, 95 USD	272,47 USD
o _{1.5}	119,42 USD	56 USD	1778,38 USD	35,54 USD
o _{1.6}	14.45 19.06.10г.	10.05 20.06.10г.	11.40 20.06.10г.	14.28 23.06.10г.
o _{1.7}	1,5 часа	2,1 часа	0,9 часа	2,3 часа
o _{1.8}	5,8 USD	8,1 USD	3,5 USD	8,8 USD
o _{1.9}	<истина>	<истина>	<истина>	<истина>
o _{1.10}	<истина>	<истина>	<истина>	<истина>
o _{1.11}	<истина>	<истина>	<истина>	<истина>
o _{1.12}	C _{1.1} → C _{1.2} → C _{1.4} → C _{1.5}	C _{1.1} → C _{1.2} → C _{1.4} → C _{1.5}	C _{1.1} → C _{1.2} → C _{1.4} → C _{1.5}	C _{1.1} → C _{1.2} → C _{1.4} → C _{1.5}
o _{1.13}	<истина>	<истина>	<истина>	<истина>

Ресурс (R ₂)	Стоимость ресурса, USD	Стоимость часа работы ресурса, USD
Ведущий специалист по продажам	614,7	3,8



соответствует свой набор значений характеристик. Так в состоянии C1.1 (регистрация поступления заявки) заявкам присваиваются идентификационные номера (o1.1) – 594, 595, 596 и 597, помимо наименования организации-заказчиков (o1.2), указываются их расчетные счета – o1.3 (из соображений

коммерческой тайны в работе указываются лишь последние четыре цифры), суммы заказов (o1.4) и размер наценок (o1.5), а также дата и время поступления заказов в организацию (o1.6). Переходом заявок в состояние C1.2 служит факт их регистрации (o1.9 – <истина>). По результатам рассмотрения заявок, все они принимаются к выполнению (o1.10 – <истина>) и подтверждаются заказчиками в состоянии C1.4 (o1.11 – <истина>). В конечном состоянии C1.5 рассчитываются время (o1.7) и затраты (o1.8) на обработку каждого заказа. На время обработки в рамках данной операции влияло количество и структура товарных позиций, указанных в заявках. Затраты, в свою очередь, рассчитывались исходя из времени обработки заявок и стоимости часа работы специалиста. Последняя была определена исходя из стоимости ресурса «Персонал» из расчета месячного фонда рабочего времени в 160 часов. Факт завершения обслуживания заказов в первой операции (O1) и их переход к следующей операции (O2) фиксируется характеристикой o1.13 = <истина>.

Аналогичным образом производится расчет затрат по остальным операциям. Итоговые данные расчета времени и затрат выполнения четырех заказов клиентов ОАО «Минскконтракт» показаны в таблице 5.

Таблица 5. Итоговые результаты расчетов времени и затрат на осуществление
ОАО «Минскконтракт» процесса «Выполнение заказов клиентов»

№ заказа	Условное обозначение	Наименование заказчика	Время выполнения заказа, часы	Затраты на выполнение заказа, USD
594	П ¹	РОО «Минский Райисполком»	51,7	41,75
595	П ²	СОО «Коммунарка»	67,45	33,66
596	П ³	ООО «Стар Глас Лайтинг»	36,16	123,46
597	П ⁴	УО «Минский государственный технологический колледж»	49,6	25,22

Расчет общего времени и затрат на осуществление процесса «Выполнение заказов клиентов» рекомендуется производить на этапе поступления в организацию заявок от клиентов. Это позволяет рассчитывать

затраты по процессу выполнения заказов с учетом конкретных условий договора между продавцом и покупателем. Построение модели процесса с помощью аппарата сетей Петри дает возможность с высокой степенью точности оценивать и планировать затраты, проводить их анализ, выявлять наиболее выгодные заказы.

Таким образом, применение моделирования с использованием аппарата сетей Петри повышает точность обоснований затрат, позволяет формировать оптимальный портфель заказов без повышения трудоемкости выполнения этих работ. Предложенная методика может использоваться не только для отдельных процессов, но и для видов деятельности предприятия, а также в цепи взаимосвязанных предприятий.

Литература:

1. Александров, Д.В. Методы и модели информационного менеджмента / Д.В. Александров, А.В. Костров, Р.И. Макаров, Е.Р. Хорошева; под ред. А.В. Кострова. – М.: Финансы и статистика, 2007. – 336 с.
2. Юдицкий, С.А. Сценарный подход к моделированию поведения бизнес-систем / С.А. Юдицкий. – М.: СИНТЕГ, 2001. – 112 с.

References:

D.V. Alexandrov (2007) Methods and models of informative management. Publishing house “Finances and statistics”

S.A. Judicki (2001) Scenario approach in modeling of the business-systems behavior. Publishing house “SINTEG”