



СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УПРАВЛЕНИЯ

Н.А. ПОЛЕЦУК

АНАЛИЗ И ПЛАНИРОВАНИЕ ЗАТРАТ ПРЕДПРИЯТИЯ НА ОСНОВЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ

Обострение конкуренции на современных рынках вынуждает предприятия повышать эффективность своей деятельности. Это выражается в поиске и применении новых более эффективных средств и методов управления и организации бизнеса. Очень важным для руководителей становится своевременность и полнота получения необходимой и достоверной информации о деятельности предприятия, его клиентах и рыночных тенденциях. При этом большое значение приобретает информация об эффективности организации работы сотрудников предприятия, участвующих в реализации определенных бизнес-процессов. Совокупность такой информации позволяет управлять издержками на производство и реализацию продукции (услуг), принимать правильные управленческие решения.

На современном этапе развития экономики и управления предприятиями традиционные методы оценки и планирования затрат пришли в противоречие с динамической моделью развития производственно-экономических систем, поскольку ориентированы на конечный этап создания продукта. Они не учитывают стоимость целого ряда выполняемых при этом процессов (бизнес-процессов), участвующих в создании ценности для потребителей. Принимая во внимание иерархию и множественность этих процессов для анализа, оценки, а также оптимизации производственных цепочек (в первую очередь за счет исключения излишних операций, не создающих ценность для потребителей), целесообразно использовать современные информационные технологии и имитационное моделирование. Построение имитационной модели позволяет определить несогласованность операций, их дублирование, оптимальную последовательность выполнения и др. Средства моделирования бизнес-процессов дают возможность проводить их стоимостный анализ. С его помощью возможно выявлять и удешевлять дорогостоящие операции, определять и исключать излишние операции и таким образом снижать стоимость производимой продукции (услуг).

В практике зарубежных и отечественных предприятий известен ряд технологий, предназначенных для моделирования бизнес-процессов, но наиболее широкое применение получили CASE-технологии [1, 275]. К технологиям этого типа относятся средства имитационного моделирования на

основе аппарата сетей Петри. Понятие сетей Петри были впервые введены в 1962 г. XX в. 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 уделяют должного внимания возможностям применения аппарата сетей Петри, который может успешно использоваться на предприятиях при моделировании таких процессов, как закупка товарно-материальных ценностей, выполнение заказов покупателей, отгрузка продукции, складская переработка и др. Так, сети Петри позволяют описывать и анализировать длительность выполнения и взаимодействия операций внутри процессов с целью выявления узких мест производственно-экономических систем, а также определять величину и резервы сокращения человеческих, финансовых затрат и других ресурсов на выполнение этих процессов. Основные преимущества использования сетей Петри 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 множества методов анализа.

Сеть Петри представляет собой ориентированный граф с вершинами двух типов — позициями (P) и переходами (t). Переходы сети (t) имеют вид вертикальных линий и соответствуют совокупности операций по выполнению процесса. Позиции сети (P) 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 [2, 12].

Анализ сетей Петри основывается на распознавании ряда свойств, характеризующих сеть. К числу этих свойств относятся ограниченность, сохранение, активность и достижимость сети [3, 28]. Первое свойство означает, что каждая позиция сети ограничена 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 тупиковые 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 .

Возможность использования аппарата сетей Петри и методики моделирования издержек опишем на основе данных процесса «Выполнение заказов клиентов» на ОАО «Минскконтракт». Предлагаемая методика позволит оптимизировать затраты в рамках рассматриваемого бизнес-процесса, ко-

торый выполняется предприятием каждый раз при осуществлении конкретного вида деятельности, в частности, при реализации продукции торговой организацией. Суть процесса заключается в следующем: покупатели направляют в организацию заявки на приобретение необходимой продукции, где специалисты по продажам их рассматривают и принимают решения о возможности выполнения. На основании оформленных заказов покупателей у предприятий-производителей приобретаются нужные товары и доставляются на склад организации, затем комплектуются и отгружаются заказчикам. Построенная сеть Петри для процесса «Выполнение заказов клиентов» показана на рис. 1.

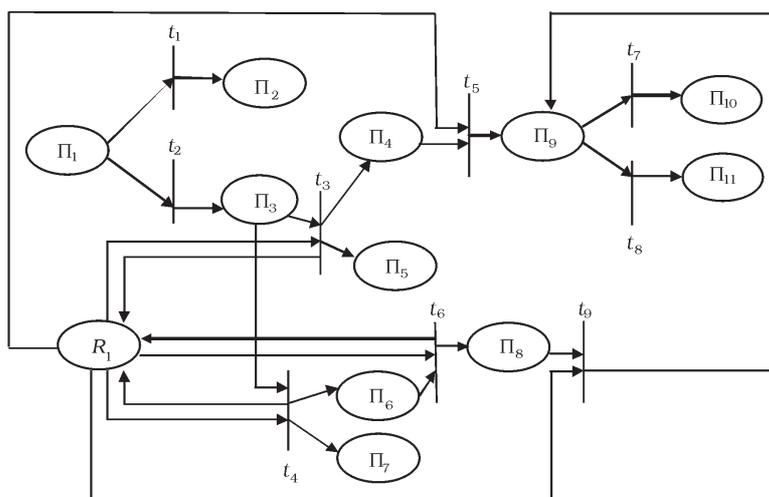


Рис. 1. Сеть Петри для процесса «Выполнение заказов клиентов»

При этом переходы сети (t_1, t_2, \dots, t_9) имеют вид вертикальных линий и соответствуют совокупности операций по выполнению процесса. Позиции ($\Pi_1, \Pi_2, \dots, \Pi_{11}$) изображаются овалами и соответствуют условиям переходов. Стрелками показаны дуги, соединяющие вершины графа разного типа. В позиции сети в качестве маркеров (фишек) выступают объекты — заявки от различных предприятий, поступающие на ОАО «Минскконтракт», и ресурсы (R_1), соответствующие запасам товаров на складе организации [4, 148].

Как видно из рисунка, входному месту сети (Π_1) соответствуют поступившие в организацию заявки покупателей ($\Pi_{11}, \Pi_{21}, \dots, \Pi_{11}^n$), где n — порядковый номер заявки. Выходными местами (Π_{10} и Π_{11}) выступают доставленные (Π_{10}^n) либо вывезенные транспортом клиента (Π_{11}^n) скомплектованные заказы. Анализ вариантов поведения сети Петри производится на основе ленты достижимости, имеющей линейную форму представления множества конечных состояний сети (S_n), достижимых из ее начального состояния (S_0). Так, начальному состоянию сети, построенной для процесса «Выполнение заказов клиентов» на ОАО «Минскконтракт», соответствуют два поступивших в позицию Π_1 заказа. В результате проведенных расчетов было выявлено, что лента достижимости имеет 15 конечных состояний.

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

Построенная сеть Петри с учетом анализа ее корректности была преобразована в схему процесса (рис. 2), которая более наглядно отображает передачу и преобразование объектов в рамках реализуемого процесса.

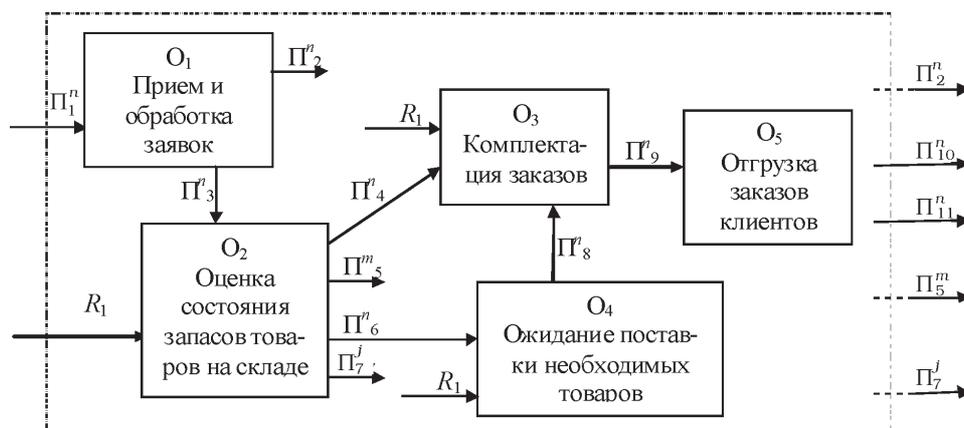


Рис. 2. Схема процесса «Выполнение заказов клиентов»

Из рисунка видно, что процесс «запускается» входящим потоком Π_1^n (поступившие в организацию заявки) и R_1 (запас товаров, необходимых для выполнения заказов), а завершается выходными потоками Π_2^n (заявки отклонены), Π_5^m (требование на склад для бронирования товаров, где m — номер требования), Π_7^j (заявки производителям на поставку продукции, где j — номер заявки производителя), Π_{10}^n (заказы, доставленные клиентам) и Π_{11}^n (заказы, вывезенные транспортом клиента).

Реализация процесса «Выполнение заказов клиентов» включает пять операций (O_1 , O_2 , O_3 , O_4 и O_5), которые имеют входные и преобразованные в результате их осуществления выходные объекты. Так, для операции «прием и обработка заказов» входными объектами являются поступившие в организацию заявки (Π_1^n), а выходными — отклоненные заявки (Π_2^n) и заявки, принятые к выполнению (Π_3^n). Логика преобразования входных потоков объектов в выходные показана ниже.

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, необходимо провести их детализацию. Она позволит выявить последовательность выполняемых действий, в ходе которых объекты (заявки и ресурсы) с определенным набором характеристик преобразуются в конкретных операциях, а также передаются от одних операций другим. Под характеристикой будем понимать необходимый, существенный, постоянный признак, составляющий отличительную особенность объекта. 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.

Преобразование обрабатываемых объектов в конкретной операции будем представлять как последовательную смену их состояний, определяемую набором характеристик этих объектов, а также их значениями. Последовательность состояний в рамках конкретных операций была также описана с

помощью сетей Петри. Состояния объектов будут соответствовать позициям сети, условия их преобразования — переходам.

Все операции будут изображаться прямоугольниками, с левой стороны которых указаны все характеристики, присущие данным операциям, а с правой — последовательность состояний объектов в виде сетей Петри. В качестве ресурсов помимо R_1 (запаса товаров на складе) будем использовать также ресурс R_2 — персонал, задействованный в выполнении операций.

В рамках каждой операции выделены возможные состояния объектов ($C_{n,m}$). Каждое состояние определяется соответствующей характеристикой ($O_{n,m}$) либо набором характеристик объекта. Переходы ($t_{n,m}$) 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 будем называть внутриоперационными и межоперационными преобразованиями соответственно. 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. Например, последующая операция «запускается» входным для нее потоком при условии, что объект в предшествующей операции находится в конечном состоянии, и его обслуживание в ней завершено.

Так, операция O_1 «Прием и обработка заявок» имеет начальное состояние $C_{1,1}$ (регистрация поступившей от клиента в организацию заявки) и два конечных состояния $C_{1,3}$ (заявка отклонена и передана в выходную очередь P_2) и $C_{1,5}$ (заявка принята к выполнению и передана в выходную очередь P_3). В начальном состоянии присваиваются значения характеристикам $O_{1,1}$ (идентификационный номер заявки), $O_{1,2}$ (наименование заказчика), $O_{1,3}$ (банковский счет заказчика), $O_{1,4}$ (сумма заявки), $O_{1,5}$ (размер торговой наценки), $O_{1,6}$ (дата поступления заявки) и $O_{1,9}$ (заявка зарегистрирован). Последняя, являясь условием для срабатывания перехода $t_{1,1}$, получает значение «истина». В состоянии $C_{1,2}$ (рассмотрение заявки) происходит рассмотрение поступившей заявки на возможность ее выполнения. В зависимости от результата рассмотрения, атрибуту $O_{1,10}$ (заявка принята к выполнению) присваивается значение «истина» либо «ложь» (схема преобразования «ЕСЛИ — ТОГДА — ИНАЧЕ»). При условии $O_{1,10}$ — «истина», срабатывает переход $t_{1,3}$ в состояние $C_{1,4}$ (подтверждение заявки клиентом). Если же $O_{1,10}$ «ложь», выполняется переход $t_{1,2}$ в конечное состояние $C_{1,3}$, из которого заявка передается в выходную очередь P_2 . В состоянии $C_{1,4}$ принятая к выполнению заявка подтверждается клиентом ($O_{1,11}$ «истина»). При этом активируется переход $t_{1,4}$, ведущий в конечное состояние $C_{1,5}$, которому присваиваются значения характеристик $O_{1,7}$, $O_{1,8}$ (время — $V_{1,i}$ и затраты — $Z_{1,i}$ на обработку заявки соответственно), и фиксируется факт завершения обслуживания заявки в операции O_1 «Прием и обработка заявки» ($O_{1,13}$ «истина»). Характеристика $O_{1,12}$ сопутствует каждому состоянию, в котором находится заявка в операции и приравнивается к нему ($O_{1,12} = C_{1,1}$, $O_{1,12} = C_{1,2}$ и т.д.). Переход к следующей операции O_2 «Оценка состояния запасов товаров на складе», для которой входным потоком является P_3 , инициируется парой $C_{1,5}$ «истина» и $O_{1,13}$ «истина». При этом из первой операции во вторую наследуются характеристики $O_{1,1}$, $O_{1,2}$, $O_{1,4}$ — $O_{1,8}$. Подобным образом выполняется обработка заказа в остальных операциях.

Построенная модель была применена к четырем конкретным заявкам (P_1 — P_4), поступившим в отдел промышленных товаров ОАО «Минскконтракт» от его клиентов — РОО Минский райисполком, ОАО «Коммунарка», ОАО «Стар Глас» и УО «Минский государственный технологический колледж». Была определена эффективность каждого заказа с целью включения его в план товарооборота организации.

Применение построенной модели к выполнению конкретных заказов предприятия ОАО «Минскконтракт» позволило определить оптимальное время по каждой операции и процессу в целом. На основании этого времени и стоимости, участвующих в реализации процесса ресурсов были рассчитаны издержки на выполнение каждого заказа, которые оказались ниже запланированных в среднем на 15—20 %. При этом в результате моделирования оказалось, что некоторые заказы, явившиеся фактически убыточными, могли быть рентабельными, а рентабельность других могла быть выше.

Моделирование с помощью сетей Петри позволяет совершенствовать процесс планирования деятельности организации посредством анализа и оптимизации бизнес-процессов, выявления и сокращения излишних затрат на их выполнение, тем самым повышая конкурентоспособность продукции и предприятия в целом.

Литература

1. Репин, В.В. Процессный подход к управлению. Моделирование бизнес-процессов / В.В. Репин, В.Г. Елиферов. — М.: Стандарты и качество, 2005.
2. Питерсон, Дж. Теория сетей Петри и моделирования систем / Дж. Питерсон. — М.: Мир, 1984.
3. Котов, В.Е. Сети Петри / В.Е. Котов. — М.: Наука, 1984.
4. Полещук, Н.А. IT-технологии в управлении издержками / Н.А. Полещук // Экономика глазами молодых: материалы Междунар. экон. форума молодых ученых, Вилейка, 12—14 сент. 2008 г. / Белорус. гос. экон. ун-т; редкол.: Г.А. Короленок (отв. ред.) [и др.]. — Минск, 2008.

Статья поступила в редакцию 15.12.2010 г.

□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□. □□□□□□□□□□.
□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□. □□□□□□□□□□.