

## ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫМ ПРЕДПРИЯТИЕМ

В. Н. Волков, А. Л. Савина (Орел)

Эффективное управление промышленными предприятиями (ПП) – одна из самых актуальных проблем, стоящих перед современным менеджментом. Центральное место при этом отводится формированию рациональной организационной структуры управления ПП. На большинстве предприятий организационные структуры построены по функциональному принципу, в соответствии с которым каждое подразделение реализует конкретную функцию управления – планирование, контроль, диспетчирование и т.п. Альтернативным и более эффективным является процессный подход, заключающийся в выделении на предприятии сети процессов и управлении этими процессами в соответствии со стратегическими и тактическими целями ПП.

В настоящее время на большинстве предприятий существуют информационные системы (ИС), фрагментарно автоматизирующие бухгалтерский учет, управление персоналом, конструкторскую и технологическую подготовку производства и другие функции управления. В то же время для обеспечения конкурентоспособности своей продукции в соответствии с международными требованиями повсеместно разрабатываются и внедряются системы менеджмента качества. Они соответствуют требованиям стандарта МС ИСО 9001:2000, реализуют основные идеи процессного подхода к управлению и регламентируют различные сферы деятельности: от управления документацией до управления процессом производства. Таким образом, налицо противоречие между функционально-ориентированными ИС и требованиями процессно-ориентированного управления ПП.

Для разрешения этого противоречия в 90-х годах были разработаны общие принципы подхода, получившего название реинжиниринг бизнес-процессов (БПР). Конечными целями бизнес-процессов является создание продуктов или услуг, представляющих ценность для внешних или внутренних потребителей. Основная идея БПР – преодолеть разобщенность в действиях различных служб и руководителей ПП в процессе разработки и внедрения проектов по модернизации ИС, разработки системы менеджмента качества, формирования центров бюджетирования и т.д. Отсутствие координации и бессистемность выполнения таких проектов усугубляется проблемами, вызванными подчиненностью подразделений и сотрудников. Все эти противоречия могут быть разрешены только на основе создания и организации единой системы управления процессами.

Разработанная имитационная модель (ИМ) и проводимые на её основе исследования систем управления ПП являются вторым этапом авторской методики внедрения процессного подхода на предприятиях сложного приборостроения с единичным и мелкосерийным типом производства. Выпускаемая здесь продукция характеризуется высокой материало- и трудоемкостью, большой номенклатурой входящих в её состав деталей и сборочных единиц, длительным циклом изготовления.

Первым этапом методики является формализованный анализ информационных потоков на предприятии с использованием разработанной «Автоматизированной системы информационной поддержки реинжиниринга бизнес-процессов» [1]. Это наиболее трудоемкий этап, в начале которого используются существующие на предприятии должностные инструкции и стандарты качества различных подразделений. Полученную схему бизнес-процессов необходимо уточнить и согласовывать во всех подразделениях предприятия. В результате получаем обобщенную схему бизнес-процессов, на

которой выделяются пункты принятия решений, сбора и передачи информации и типовые для предприятия подпроцессы (например, составление оперативного плана производства, формирование рабочих нарядов и сменных заданий, еженедельный отчет и др.). Часть из них являются периодическими, некоторые же начинают выполняться при определенных условиях. Определение необходимых для моделирования интервалов распределения появления таких подпроцессов и их длительности осуществляется на основе экспертных оценок. Так, например, на орловском предприятии ЗАО «Научприбор» подпроцесс «Формирование документации по изделиям» возникает только при запуске новой партии и время начала его выполнения распределено равномерно со средним значением  $12 \pm 2$  дня.

Моделирование процессов управления имеет существенную отличительную особенность. Время выполнения операций, связанных с оценкой альтернатив и принятием решений, носит вероятностный характер, так как этот параметр невозможно вычислить, исходя лишь из объема работ и количественных характеристик «устройств» (в качестве «устройств» могут выступать отдельные сотрудники, подразделения, вычислительная техника и т.д.). В данном случае также необходимо проведение опросов экспертов. Выполненные исследования показали, что длительность решения подобных задач подчиняется экспоненциальному закону распределения, в то время как продолжительность вычислительных задач – равномерному, а реализация задач учетного характера – нормальному.

Разработанная ИМ построена в соответствии с принципами событийного моделирования. Событийный подход предполагает выделение узловых моментов в развитии исследуемой системы. Это может быть, например, начало выполнения какой-либо операции, резервирование оборудования и т.п. Моделирование заключается в последовательной обработке такого рода узловых моментов (событий). Пополнение списка будущих событий осуществляется во время обработки текущего события. По окончании его обработки система управления модели обращается к списку запланированных событий, упорядоченному по времени наступления, и выбирает первый элемент. Модельное время становится равным времени свершения события. После выполнения действий, связанных с текущим событием, система осуществляет переход к следующему событию и т.д.

В качестве транзактов в модели выступают экземпляры подпроцессов, характеризующиеся идентификационным номером, соответствующим ему названием и временем появления. В процессе моделирования транзакты способны расщепляться и объединяться, так как выполнение группы работ может представлять собой не прямую последовательность, а сложную разветвленную структуру. Необходимо следить за выполнением каждой из ее ветвей, при этом некоторые операции могут начаться только после выполнения всех предшествующих, поэтому требуется синхронизация их прохождения.

Удобным средством описания событийных моделей является так называемая граф-схема, отображающая логико-временные связи между узловыми событиями. Граф-схема разработанной модели представлена на рис. 1. В качестве узловых моментов определены следующие события.

1. *Начало моделирования.* Осуществляется инициализация параметров модели: определяются устройства и очереди, соответствующие подразделениям ПП. В соответствии с заданными характеристиками определяются типы и номера подпроцессов, поступающих на обработку, а также время их появления в модели. Для каждого подпроцесса планируется событие 2 – начало выполнения соответствующей работы. Заданная продолжительность моделирования определяет наступление события 6 – окончание моделирования.

2. *Назначение работ к выполнению.* Транзакт начинает свое движение, ему в соответствие ставятся название подпроцесса, время его появления и номер операции обработки. При обращении к данному событию для текущей работы определяются начальные операции. Для каждой из них планируется событие 3 – резервирование требуемого устройства (подразделения) для выполнения. Далее планируется появление очередного подпроцесса того же типа.

3. *Резервирование устройства (выполнение операции).* Если устройство свободно и все предшествующие операции данного подпроцесса выполнены, то из очереди к устройству удаляется элемент с текущим номером транзакта (если таковой имеется), устройство переходит в состояние «занято» и планируется его освобождение. В противном случае транзакт помещается в соответствующую очередь.

4. *Освобождение устройства.* При освобождении определяется, возможен ли альтернативный исход по окончании данной операции (например, «утверждение плана производства») и с учетом этого выбирается список последующих операций. Если он пуст, то планируется завершение подпроцесса. Для следующей операции планируется резервирование требуемого устройства (событие 3). Если существует очередь к освобожденному устройству, то из нее выбирается транзакт, для которого все предшествующие операции выполнены.

5. *Завершение подпроцесса.* В данном событии выясняется, все ли операции подпроцесса выполнены. В этом случае транзакт выводится из модели и для него определяются статистические характеристики.

6. *Завершение моделирования.* При наступлении данного события моделирование прекращается и формируется статистика, характеризующая результаты моделирования.

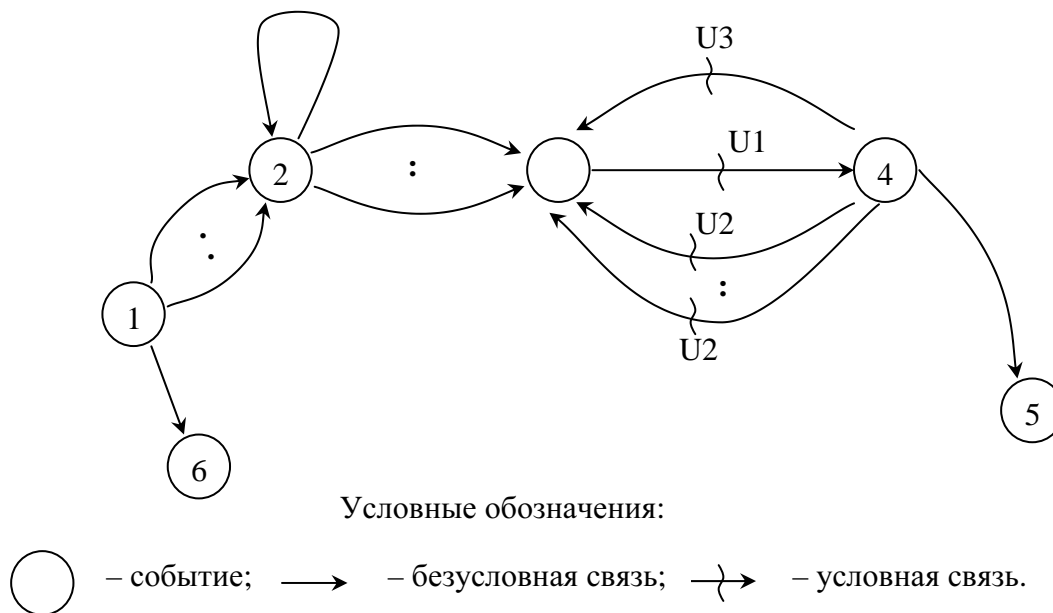


Рис.1. Граф-схема имитационной модели

Связи на приведенной граф-схеме (рис. 1) характеризуют логику следования событий во времени и подразделяются на условные и безусловные. При наличии безусловной связи ( $n-t$ ), каждое  $n$ -е событие в обязательном порядке влечет наступление  $t$ -

ого. В случае условной связи  $m$ -е событие планируется только при выполнении определенного условия. В модели определены следующие связи:

(1–2) – в начале моделирования планируется назначение всех видов работ (подпроцессов) к выполнению в соответствии с характеризующими их вероятностными распределениями;

(1–6) – планируется завершение моделирования через время, указанное пользователем;

(2–2) – в начале выполнения подпроцесса планируется поступление очередного подпроцесса того же типа в соответствии с заданным распределением времени;

(2–3) – при поступлении подпроцесса планируется немедленное занятие устройств, необходимых для выполнения его самых ранних операций;

(3–4) – в момент резервирования устройства планируется его освобождение через время, необходимое для выполнения заданной операции;

(4–3) – при освобождении обслуживаемого устройства в тот же момент времени планируется резервирование других устройств, необходимых для осуществления операций, следующих непосредственно за текущей;

(4–3) – при наличии очереди к данному устройству планируется его резервирование готовым к дальнейшей обработке подпроцессом;

(4–5) – планирование завершения подпроцесса.

Наличие на граф-схеме множеств однонаправленных связей говорит о том, что каждое свершенное событие может повлечь наступление более чем одного события.

Условия определяют состояние модели, при котором возможно планирование очередного события:

U1 – требуемое устройство свободно;

U2 – подпроцесс не завершен;

U3 – рассматриваемое устройство свободно, и в очереди к нему имеются транзакты, для которых все предшествующие процедуры выполнены.

В качестве средства программной реализации разработанной модели была выбрана система SMPL (*Simulating Modeling Program Language*), которая является одной из разновидностей систем событийного моделирования и предназначена для построения моделей дискретных процессов. Она построена в виде отдельного программного модуля для среды визуального программирования Borland Delphi [2].

В соответствии со спецификой модели были внесены изменения в стандартные процедуры модуля SMPL, связанные с необходимостью синхронизации выполнения отдельных операций подпроцессов. Для отражения этой информации были модифицированы процедуры формирования очереди, постановки в очередь и извлечения из нее очередного элемента. В разработанной модели ввод данных и их отображение осуществляются в графическом виде, каждой операции соответствует определенный тип блока с уникальным номером, который и является идентификатором для элемента в очереди. Дополнительной характеристикой транзакта является параметр, указывающий количество операций, выполнение которых необходимо для выполнения текущей («ожидая»). Это связано с тем, что некоторые действия не могут быть осуществлены, пока не будут выполнены все предшествующие.

При постановке транзакта в очередь осуществляется поиск транзакта с тем же идентификационным номером. Если такой транзакт существует, то для него изменяется параметр «ожидая» найденного элемента. Кроме того, выборка транзакта из очереди не может осуществляться классическим образом: первый из очереди. При удалении транзакта из очереди отыскивается транзакт с параметром «ожидая», равным нулю, в порядке возрастания времен поступления и приоритетов.

С помощью разработанной системы осуществлялось моделирование процессов управления на ЗАО «Научприбор» и ЗАО «ПродмашОрел». В результате была получена статистика по функционированию основных подразделений. Как и ожидалось, узкими местами оказались отделы, отвечающие за планирование и диспетчирование, тогда как отделы АСУП – заняты в рассматриваемых процессах незначительно, и это время сопоставимо с обработкой и передачей формируемой документации заинтересованным подразделениям (рис. 2).

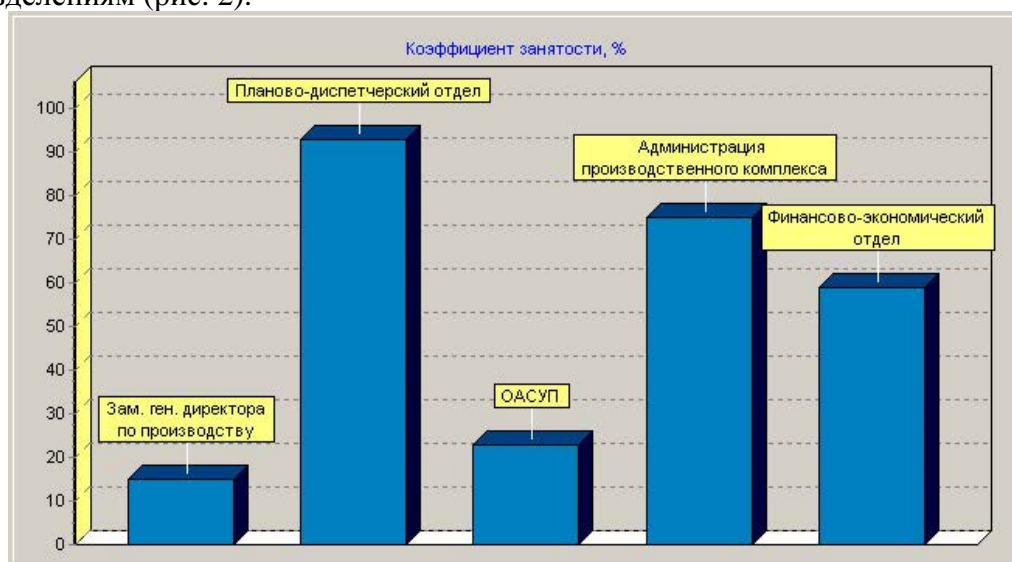


Рис. 2. Пример результата моделирования

Разработанная ИМ, основанная на данных «Автоматизированной системы информационной поддержки реинжиниринга бизнес-процессов», является эффективным инструментом формирования и реорганизации систем управления ПП. К её преимуществам следует отнести:

- возможность формализованного анализа информационных потоков, сопровождающих процессы производства и управления ПП;
- выявление зон пересечения полномочий различных подразделений, а также так называемых «зон безответственности», в которых отсутствует какой-либо контроль;
- возможен гибкий переход от нижних уровней иерархии управления к верхним и наоборот;
- ИМ достаточно просто интегрируется в информационную систему ПП;
- результаты имитационного моделирования позволяют оценить эффективность организации информационной системы ПП с точки зрения обеспечения менеджмента предприятия необходимой для принятия управленческих решений релевантной информацией.

**Литература**

1. **Волков В.Н.** Информационные технологии и моделирование в организационном проектировании//Информационные технологии и математическое моделирование: Материалы III Всероссийской научно-практической конференции 11–12 декабря 2004 г. Ч.1. –Томск: изд. Том. ун-та, 2004.– С.54–56.
2. **Савина О.А.** Управление промышленными предприятиями с использованием систем поддержки решений. –М.: изд. МАИ, 2000. – 256 с.