

### **Использование информационных технологий в имитационном моделировании управления**

*(Омский государственный университет им. Ф.М. Достоевского, Омск)*

В прогнозировании управленческой деятельности огромную роль играют прецеденты и возможность выбора из типовых вариантов управленческих действий лучших по критериальному анализу. Для решения задачи формирования и систематизации базовых алгоритмов управленческих действий предлагается использовать имитационный эксперимент, имеющий целью смоделировать типовые схемы поведения управляемых и управляющих систем.

С помощью пакета GPSS на языке программирования ВРwin имеется возможность создать банк подпрограмм имитационных моделей типовых управленческих алгоритмов действий. В основу моделирования положен временной фактор и принцип конвейеризации. Исходя из данного принципа, любой процесс может быть представлен в виде логической схемы последовательного, параллельного или комбинированного типов.

Имитационное моделирование позволяет описывать действия различных элементов одной системы параллельно. Данная возможность делает имитационный эксперимент мощным средством описания реальных систем в силу того, что в реальных системах различные процессы в разных частях системы развиваются одновременно и при этом взаимодействуют между собой.

В управленческой деятельности наибольшую сложность в контексте прогнозирования представляют процессы, происходящие в управляемых подсистемах. Однако, исходя из условной аналогичности, взаимозависимости характера и содержания управленческого и неуправленческого труда, модели, характеризующие типовые схемы поведения управляемой подсистемы, могут быть адаптированы к архитектуре управляющей подсистемы.

Первоначально необходимо определиться, какие схемы поведения системы являются типичными. Как отмечалось, в целях моделирования все процессы можно представлять конвейерной моделью различной степени сложности, функциональных особенностей самих моделей, синхронности или асинхронности процессов, в отношении которых построены модели. В соответствии с топологией технологического процесса можно выделить схемы, соответствующие следующим моделям: простому конвейеру; древовидному конвейеру; конвейеру с отказами; оптимизации процесса; синхронизации процесса; транспортной модели; пакетной обработки.

Данные модели являются базовыми для последующего уровня управленческого моделирования.

Модель простого конвейера представляет собой линейную схему, построенную на принципах теории очередей. Процесс, моделируемый с помощью данной схемы, должен быть проанализирован по следующим временным показателям: период появления задачи – транзакта, модификатор интервала периода появления транзакта, время его исполнения, модификатор интервала времени исполнения транзакта. В результате имитационного эксперимента появляется возможность определять очереди задач к исполнителю и среднее время ожидания начала исполнения.

Модель древовидного конвейера является вариантом предыдущей модели простого конвейера, отличие которого заключается в наличии нескольких устройств, что в реальности соответствует нескольким исполнителям транзактов (производственных задач, управленческих функций).

Транзакты в данной модели ведут себя аналогично поведению в модели простого конвейера. Отличительной чертой данной модели является то, что множество исполнителей транзактов будет соответствовать количеству устройств в модели и емкости памяти при программировании соответствующего варианта действий. Когда все исполнители заняты, т.е. память заполнена, генерируемые транзакты не могут войти в блок выполнения транзакта, и ожидают освобождения памяти. В момент, когда устройство освобождается, тем самым, показывая, что предыдущий транзакт выполнен, стоящий в очереди транзакт занимает любое свободное устройство.

Простая схема древовидного конвейера может быть модифицирована ещё и в направлении распределения транзактов между исполнителями в соответствии с определенными условиями, критериями. Таким образом, модель будет формировать сложную схему разветвления очередей к каждому исполнителю из общей очереди транзактов в соответствии с предварительно выбранными критериями (уровень квалификации, допустимое время загрузки исполнителя и т.д.).

Модель конвейера с отказами также выступает усовершенствованным вариантом простого конвейера и простого древовидного конвейера.

В данной модели отражаются новые условия, учитывающие возможности отказа исполнителя от транзакта или ситуации, когда необходимость выполнения транзакта отпадает.

В оперативном планировании времени данная модель отражает ситуацию формирования базы данных перенесенных транзактов. В ситуации, когда очередь достигает определенного значения длины, происходят возможные отказы введения транзакта в очередь, что соответствует ситуации отказа от исполнения транзактов, если суммарное время исполнения превышает общий эффективный фонд рабочего времени исполнителя. В состав исходных данных наряду с характеристиками очереди транзактов необходимо включить вероятность отказа. Для сопоставления допустимых величин с фактическими в модель вводится блок тестирования. При входе

транзакта в этот блок проверяется длина очереди на допустимое значение. В случае выполнения теста транзакт проходит дальше, следовательно, встает в очередь и будет выполнен в момент освобождения исполнителя. При невыполнении теста транзакт переходит к альтернативной процедуре – уничтожение, и в модели более не отражается.

Модель оптимизации процесса является результатом решения оптимизационной задачи на минимизацию издержек, необходимых для резервных устройств и отражающих потенциальные убытки от вынужденного простоя основных устройств.

В качестве устройств могут выступать как оборудование, так и исполнители транзактов (рабочие, руководители). При моделировании подразумевается, что устройства на подготовке – ремонт (для оборудования) или функциональное перераспределение работников на период их временной не востребоваемости.

Модель синхронизации процесса ассоциируется с производственным конвейером и необходимостью синхронизации транзактов, генерируемых разными блоками генерации. Конструктивное действие имеет точку старта только лишь в том случае, когда одновременно в состоянии готовности будут все составляющие процесса. Данная схема имеет аналогии как в производственном процессе, когда начинается комплектация изделия при наличии всех его составляющих, так и в процессе управления, когда управленческое решение принимается при наличии необходимого информационного обеспечения, определенных информационных управленческих единиц.

Задача, решаемая в рамках данной модели, состоит в том, чтобы найти средние и максимальные очереди по каждому типу транзактов и сформулировать мероприятия по снижению простоев конвейера из-за асинхронности поступления транзактов.

При выполнении условия синхронизации исполнитель принимает их на конвейер и комплектует, в противном случае – действие пропускается. Как следует из практического опыта применения принципа конвейеризации, большинство пропусков секций возникает на начальном этапе в силу недостаточного запаса транзактов (деталей, информационных единиц) для синхронизации. Предлагается два базовых варианта улучшения организации работы конвейера.

Во-первых, предлагается сдвинуть начало работы конвейера относительно начала поступления транзактов на период, необходимый для накопления достаточного запаса транзактов. Во-вторых, запас транзактов в очередях, складывающийся в конце оперативного планируемого периода (смена), можно не расформировывать, а консервировать, сохраняя неизменным для использования в начале следующего периода.

Построение транспортной модели имеет целью решить задачу снижения неэффективного использования исполнителей (транспортных

средств, участников разделенного в пространстве технологического или управленческого процесса).

До моделирования необходимо сбалансировать процессы генерации транзактов (выпуск изделий, появление инициирующей информации) и их перемещения (транспортировки изделий, движение управленческого воздействия до подчиненных) на основе временного фактора и возможностей исполнителя. В начальный момент времени все транзакты модели движутся одновременно. Взаимодействия осуществляются через модельные аналоги пунктов генерации транзактов или целевые точки их перемещения. В одном сегменте происходит постоянное пополнение, соответствующее производству продукции или появлению новых задач, в другом – рассредоточение транзактов по исполнителям, что в реальном процессе соответствует транспортировке изготовленных изделий, или принятию к исполнению новых задач.

В нулевой момент времени все исполнители являются свободными и один из них начинает проверку на наличие необходимого количества транзактов для исполнения. При выполнении условия наличия необходимого количества транзактов, соответствующего пропускной способности исполнителя, начинается выполнение сценария конструктивного перемещения, в противном случае – деструктивного (пустой прогон транспортного средства, ситуация простоя исполнителя до появления всех необходимых составляющих процесса). Данный процесс тиражируется по количеству задействованных исполнителей, что соответствует выполнению условия перемещения транзактов при наличии их необходимого количества или пустому прогону при нехватке транзактов.

В течение заданного периода времени (например, смена) происходит равномерное рассредоточение исполнителей, и количество пустых прогонов сокращается. Однако имеется и другая проблема – остатки не перемещенных транзактов (не перевезенная продукция, отложенные задачи).

Предварительный анализ показал, что число случаев неэффективного использования исполнителей обусловлено ситуацией, когда все исполнители включаются в процесс, разделенный по времени и в пространстве, одновременно. Следовательно, необходимо включать исполнителя в процесс с задержкой, рассчитанной с учетом возможности подготовки необходимого задела транзактов для исполнения.

Особенности планирования эксперимента с моделями при единичном коэффициенте загрузки заключаются в том, что средняя длина очереди с течением времени будет стремиться к бесконечности. Имеется возможность смоделировать процесс без автоматического перехода всех исполнителей в начальную точку, что характеризует ситуацию «замирания» исполнителя в той точке транспортной цепи, которая соответствует концу планируемого периода и началу выполнения сценария в следующий период именно с этой точки.

При моделировании непрерывного процесса генерации и перемещения транзактов прослеживается временное сокращение случаев неэффективного

использования исполнителя, однако постепенное увеличение числа неисполненных транзактов.

Модель пакетной обработки более всего отражает специфику управленческой деятельности, носящей выраженный информационный характер и пакетный режим поступления инициализирующих сигналов для принятия управленческих решений в ответ на воздействия среды.

Данная система является моделью вычислительной системы, работающей в пакетном режиме. На входе системы имеется пакет заданий, каждое из которых извлекается и загружается в оперативную память. В отношении управленческой деятельности данная информация рассматривается в контексте оценки управленческих задач по фактору времени.

В качестве оперативной памяти выступает план или регламент, а под емкостью памяти подразумевается годовой нормативный фонд рабочего времени.

Прежде всего, в отношении управленческой деятельности, процесс принятия решений нуждается в контроле, осуществляемом по линии обратной связи, что моделируется ситуацией прохождения транзакта после исполнения в накопители данных, систематизирующих информацию по различным критериям, и возвращающих транзакты обратно в очередь к исполнителю в случае неадекватности планируемых и фактических параметров.

При условии адекватности выработанного решения определенным критериям транзакт завершается и возвращается в буфер, т.к. в процессе корректировки решения по управленческому контуру более нет необходимости.

В любой дискретной системе в различных ее частях могут развиваться сразу несколько процессов, которые имеют свою внутреннюю логику и в то же время взаимодействуют друг с другом. Поэтому при моделировании данных процессов традиционными средствами возникает проблема последовательного воспроизведения логики нескольких взаимодействующих процессов, протекающих во времени параллельно.

Суть проблемы состоит в том, что в любой момент выполнения данного процесса на него может воздействовать какой-либо другой процесс и тогда выходной результат данного процесса изменится. Но при моделировании данного процесса не имеется возможности предусмотреть заранее, в какие моменты времени будут появляться воздействия, и каковы будут эти воздействия.

Потенциальным решением данной проблемы является моделирование продвижения процесса только на достаточно малый шаг, после чего управление процессом моделирования передавалось бы следующему процессу. Вступивший в моделирование новый процесс также продвигается на малый промежуток, передавая управление следующему процессу, пока все участвующие в системе процессы не продвинутся на один и тот же малый шаг.

На каждом таком маленьком шаге каждый процесс должен проверять, не появилось ли воздействие на него со стороны других процессов. После реализации движения всей системы на малый шаг, принимается решение о том, каким будет направление движения на следующем этапе. Такое продвижение процессов во времени должно продолжаться до тех пор, пока не будет достигнут конец моделируемого периода.

Данный подход имеет высокую эффективность при моделировании непрерывных систем, но сопряжен с погрешностями при моделировании дискретных, все изменения в которых мгновенны. Исходя из данной посылки, шаг должен быть очень малым, чтобы не перепутался порядок близких по времени событий и интервал воспринимался как мгновение. С другой стороны, для большинства изменений в системах характерен длительный интервал времени между соответствующими событиями.

Проблема моделирования дискретных процессов, к которым относится и процесс управления, решается с помощью метода, основанного на применении специальной структуры данных – календаря событий. Данная структура позволяет эффективно моделировать процессы по времени, прослеживая их одновременное движение. При этом не предусматривается никаких проверок на наличие внешних воздействий со стороны других процессов в силу того, что календарь событий учитывает все внешние воздействия автоматически.

Можно предположить, что типовые модели, учитывающие поведенческие особенности управляемых и управляющих систем, являются лишь базовыми модулями, используемыми в различных сочетаниях при различных наборах внешних условий и текущих состояний самих систем.

В контексте формирования и систематизации информационного обеспечения управленческой деятельности массив типовых вариантов управленческих действий позволяет строить функциональные модели организации работы ТО-ВЕ на основе модели существующей организации деятельности AS-IS.

Из-за того, что принятие управленческих решений связано с необходимостью выбора и проблемой критериального характера, когда критериев может быть несколько и выбор оптимального из них субъективен, необходимо определить качество созданной модели с точки зрения эффективности бизнес-процессов. Это означает необходимость определения качественных показателей количественно.

В мировой практике широкое распространение получил метод стоимостного анализа, основанного на работах (ActivityBasedCosting, ABC), используемый международными корпорациями и государственными предприятиями для идентификации истинных движителей затрат.

Стоимостной анализ основан на модели работ, потому, что количественная оценка невозможна без детального понимания функциональности предприятия. Типичной является ситуация, когда ABC применяют для того, чтобы понять происхождение выходных затрат и

облегчить выбор нужной модели работ при реорганизации деятельности предприятия (реинжиниринг).

Основные задачи стоимостного анализа при использовании в управленческой деятельности:

- определение фактической стоимости производства продукта, в том числе и информации;
- идентификация наиболее дорогостоящих работ, проверка адекватности стоимостных и качественных характеристик и по результатам данного анализа выявление работ, требующих первостепенного улучшения как в стоимостном, так и в содержательном смысле;
- обеспечение управления финансовыми возможностями мер возможных изменений и т.д.

В рамках программных комплексов, поддерживающих CASE-технологии, имеется возможность проводить стоимостной анализ моделей на основе описания объекта, движителя и центров затрат в отношении каждого конкретного выходного показателя, выступающего как «изделие».

Проводя аналогию производственного и управленческого процессов, предлагается адаптировать данный механизм на алгоритм стоимостного анализа продукта процесса управления – информацию, по типовой схеме расчета:

- объект затрат – причина, по которой инициализируется выполнение данной задачи (результат выполнения данной задачи, готовое изделие, информация);
- движитель затрат – характеристика входов и внешних управляющих воздействий, влияющих на процесс и трудоемкость выполняемой задачи (входная информация, должностная инструкция);
- центры затрат – основные источники расходов при реализации процесса управления.

Таким образом, сформированный массив алгоритмов управленческих действий является хранилищем моделей типа «как должно быть», способным к накоплению и саморазвитию посредством использования базовых типовых моделей, а также фиксации в процессе имитационной и реальной деятельности принципиально новых алгоритмов или вариантов действий, построенных на основе морфологического анализа. Накопление массива типовых алгоритмов управленческих действий даст возможность конструирования соответствующих должностных регламентов, учитывающих стоимостную оценку содержания деятельности, организационных структур и критериев лучшего результата на основе имитационного моделирования.

Также типовые алгоритмы, описывающие деятельность управляющей и управляемой подсистем системы менеджмента, могут быть использованы в совокупности с другими информационными продуктами как справочная база данных при информационной поддержке процесса формирования управленческого мышления всех участников общественного производства.

## Литература

1. Дорохина У.Ю. Моделирование микроэкономики: Учеб. пособие / У.Ю. Дорохина, М.А. Халиков. – М.: Экзамен, 2003. – 224 с.
2. Дубров А.М. Моделирование рискованных ситуаций в экономике и бизнесе / А.М. Дубров, Б.А. Лагоша, Е.Ю. Хрусталева. – М.: Финансы и статистика, 1999. – 176 с.
3. Емельянов В.В. Введение в интеллектуальное имитационное моделирование сложных дискретных систем и процессов. Язык РДО / В.В. Емельянов, С.И. Ясиновский. – М.: АНВИК, 1998. – 427 с.
4. Имитационное моделирование в оперативном управлении / под ред. Н.А. Соломатина. – М.: Машиностроение, 1984. – 198 с.
5. Каменова М. Моделирование бизнеса. Методология ARIS: Практическое руководство / М. Каменова, А. Громов, М. Ферапонтов. – М.: Весть-Метатехнология, 2001. – 327 с.
6. Харин, Ю. Основы имитационного и статистического моделирования: Учеб. пособие / Ю. Харин, В.И. Малюгин, В.П. Кирлица. – Минск: Дизайн ПРО, 1997. – 288 с.
7. Шеннон, Р. Имитационное моделирование систем: искусство и наука / Р. Шеннон. – М.: Мир, 1978. – 418 с.

Пономаренко Т.В., Гафарова К.А.

### Оценка конкурентоспособности горной продукции с использованием программного комплекса Matlab

(СПбГГУ, Санкт-Петербург)

Мировой финансово-экономический кризис 2008-2009 гг. оказал влияние на развитие отдельных промышленных предприятий, экономики страны в целом, в том числе минерально-сырьевого комплекса, о чем свидетельствует снижение темпов роста объемов добычи полезных ископаемых.

Резкое снижение рыночных цен на продукцию минерально-сырьевого комплекса, при необходимости усиления позиций товаропроизводителей на российском рынке, актуализирует задачу роста обеспечения конкурентоспособности продукции как за счет снижения издержек производства, так и за счет повышения качества и освоения новых видов продукции.

В иерархии понятий конкурентоспособности базовым является «конкурентоспособность продукции», которая может рассматриваться для различных видов товаров (производственно-технического, потребительского назначения, услуг, информации и т.п.) [4]. Конкурентоспособность продукции – показатель, отражающий согласованные интересы как