

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В РЕИНЖИНИРИНГЕ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ

В статье рассматривается задача реинжиниринга бизнес-процессов на примере предприятия ООО «Оренбурггеофизика». Предложена модель предприятия на основе теории массового обслуживания. Проведено имитационное моделирование системы в среде Stratum 2000. По результатам моделирования получены экономические показатели эффективности реинжиниринга работы перепроектированной системы.

Ключевые слова: реинжиниринг, бизнес-процесс, имитационное моделирование, теория массового обслуживания.

В условиях проведения радикальных изменений в экономике существует острая необходимость в новых инструментах и методах, способных помочь предприятиям стать более эффективными. Реинжиниринг, направленный на перепроектирование бизнес-процессов для достижения радикального улучшения деятельности предприятия, является одним из самых современных инструментов такого типа. Основы этой теории были заложены в США в 1984–1990 гг., и с тех пор методологию реинжиниринга используют в своей работе крупнейшие компании – лидеры мирового рынка, значительно улучшая результаты своей деятельности [1].

Широкое развитие теории и практики реинжиниринга бизнеса связано с тем, что доминирование функционального подхода в управлении, обеспечивая эффект от разделения труда, порождает множество проблем. Во-первых, вертикальные организационные структуры приводят к тому, что процесс разделяется между различными подразделениями. Это приводит к сбоям из-за недостаточной координации работы и противоречивости целей различных подразделений в рамках одного процесса и разделения ответственности за его осуществление между различными подразделениями. Во-вторых, функциональные подразделения прямо не заинтересованы в общих результатах деятельности, так как оценка их работы мало связана с общим итогом деятельности компании в целом. В-третьих, в вертикальных структурах, ориентированных на функциональное разделение труда, чрезмерно усложнен обмен информацией по горизонтали из-за бюрократических процедур и жесткой иерархичности управления. Результатом такого управления нередко служат потери фактических и потенциальных клиентов.

Реинжиниринг бизнес-процессов предполагает целостное и системное моделирование и кардинальную реорганизацию материальных, финансовых и информационных потоков, в результате чего упрощается организационная структура, перераспределяются и минимизируются использование различных ресурсов, сокращаются сроки реализации потребностей клиентов, повышается качество их обслуживания.

При проведении проектов по реинжинирингу бизнес-процессов приходится принимать большое количество решений, направленных на резкое повышение конкурентоспособности результатов деятельности организации.

Решаемые в процессе реинжиниринга задачи, как правило, являются слабоструктурированными, и для их успешного решения целесообразно использовать инструментальные методы, основанные на применении средств современных информационных технологий [2].

Для управления сложным бизнес-процессом обычно применяется имитационное (компьютерное) моделирование экономических процессов [3], когда имитационная модель управляемого экономического объекта используется в качестве инструментального средства в контуре адаптивной системы управления, создаваемой на основе информационных (компьютерных) технологий.

При имитационном моделировании реализующий модель алгоритм воспроизводит процесс функционирования системы S во времени, причем имитируются элементарные явления, составляющие процесс, с сохранением их логической структуры и последовательности протекания во времени, что позволяет по исходным данным получить сведения о состояниях процесса в определенные моменты времени, даю-

щие возможность оценить характеристики системы S [4].

Основным преимуществом имитационного моделирования по сравнению с аналитическим является возможность решения более сложных задач. Имитационные модели позволяют достаточно просто учитывать такие факторы, как наличие дискретных и непрерывных элементов, нелинейные характеристики элементов системы, многочисленные случайные воздействия и др., которые часто создают трудности при аналитических исследованиях. В настоящее время имитационное моделирование – наиболее эффективный метод исследования больших систем, а часто и единственный практически доступный метод получения информации о поведении системы, особенно на этапе ее проектирования.

Когда результаты, полученные при воспроизведении на имитационной модели процесса функционирования системы S , являются реализациями случайных величин и функций, тогда для нахождения характеристик процесса требуется его многократное воспроизведение с последующей статистической обработкой информации, и целесообразно в качестве метода машинной реализации имитационной модели использовать метод статистического моделирования с целью исследования характеристик процессов функционирования систем, подверженных случайным воздействиям.

1. Постановка задачи оптимизации процесса работы с клиентами

Основной идеей при проведении реинжиниринга на предприятии ООО «Оренбурггеофизика» является внедрение на предприятии ряда изменений в системе работы с клиентами. Предлагается ввести активную стратегию администрации, целью которой является уменьшение случайного характера поступлений требований. Идея заключается в том, что предприятие-исполнитель и клиент будут заключать договор сроком до 5 лет. Это позволит перейти к плановому хозяйствованию и подетальному планированию работ, исключающему простои и перегрузки мощностей. Решение подобной проблемы позволит максимизировать прибыль предприятия и перейти на более высокий уровень работы с клиентами. Еще одним предложением является система штрафов и неустоек за невыполнение сроков договора или за про-

стой клиентов в очереди в ожидании выполнения договора.

При выполнении этих условий ставится задача максимизировать прибыль фирмы и разработать систему определения скидок при заключении долгосрочных договоров (в зависимости от сроков договора) за счет минимизации упущенной выгоды при простоях заказов и потерь при простоях каналов обслуживания. Это возможно путем создания системы непрерывного планирования выполнения заказов, что позволит обеспечить плановость поступления и проведения работ, определить плановую загрузку каналов обслуживания, тем самым минимизировать суммарные потери от простоев каналов обслуживания, штрафов и неустоек за простои требований (заказов).

Из вышесказанного следует, что первоначально при проведении анализа функционирования предприятия при пассивной стратегии руководства нашей задачей является минимизация суммарных потерь от простоев заказов и партий при случайном поступлении заказов, т. е. минимизация затрат на содержание каналов обслуживания при простое и минимизация штрафов за простои требований. Такие задачи можно решить с помощью математического аппарата теории массового обслуживания путем изменения мощности каналов обслуживания или их пропускной способности.

Следующей задачей является минимизация потерь от простоев каналов и требований при уже оптимальном числе каналов обслуживания и увеличение прибыли организации. Для этого необходимо анализировать деятельность фирмы с активной стратегией руководства. А активная стратегия должна выражаться в следующем: создание плановой системы поступления и выполнения заказов, переход к заключению долгосрочных договоров, определение плановой загрузки, при которой потери от простоев каналов и требований были бы минимальными или были бы равны нулю. Также предлагается разработка системы определения скидок в зависимости от срока заключения договора на выполнение работ.

2. Идентификация параметров системы и описание модели системы

Рассмотрим деятельность ООО «Оренбурггеофизика», а именно выполнение услуг в

области геофизических исследований и выполнение соответствующих геофизических работ в терминах теории массового обслуживания [5].

В этом случае требованием на обслуживание (далее – требованием) является заказ на выполнение каких-либо геофизических работ. Каналами обслуживания являются полевые партии различных участков геофизической конторы, выполняющие заказы, и ученые-геофизики, сопровождающие строительство скважин. Совокупность, в которой последовательно связаны между собой поток требований на обслуживание, очередь и каналы обслуживания, представляет собой систему массового обслуживания.

Рассмотрим параметры модели, характеризующие интенсивность работы исследуемой системы.

Исследуемая система представляет собой модель с пассивным поиском заказов для партий и имеет семь участков (причем каждый участок, а именно начальник участка, занимается самостоятельным поиском заказов для своих полевых партий), на которых обслуживание производится с помощью s каналов (партий). Каналы (или полевые партии на каждом участке) однотипны.

Будем считать, что заказы на выполнение работ смогут быть аппроксимированы пуассоновским потоком (т. е. поступления требований следуют распределению Пуассона, причем поток не ограничен по числу требований) с параметром

$$\lambda = \frac{1}{t_n}, \quad (1)$$

где t_n – средний промежуток времени между двумя соседними требованиями. Таким образом, требования поступают в систему через разные интервалы времени со средней плотностью потока, равной λ , и обслуживаются в порядке поступления в систему.

Распределение времени обслуживания во всех партиях аппроксимируется экспоненциальным или показательным законом с параметром

$$\mu = \frac{1}{t_o}, \quad (2)$$

где t_o – среднее время обслуживания заказа (без учета времени ожидания обслуживания). Показательное распределение времени обслуживания является наиболее простым и самым распространенным, оно означает, что во всех под-

разделениях длительности обслуживания – положительные случайные величины, распределенные по закону

$$\mu * e^{-\mu * t}. \quad (3)$$

Экспоненциальное распределение обладает свойством отсутствия последствия, т. е. если время обслуживания распределено по экспоненциальному закону, то остаток незаконченного обслуживания имеет то же распределение, что и длительность только что начавшегося обслуживания. Средняя длительность обслуживания в каждом канале равна

$$\frac{1}{\mu}, \quad (4)$$

соответственно μ – интенсивность выполнения заказа, или среднее число требований, обслуженных в единицу времени.

Коэффициент загрузки системы

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu} \quad (5)$$

может быть интерпретирован как доля занятых партий или среднее количество проектов, выполняемых одновременно в установившемся режиме.

Состояние нашей системы определяется числом требований в ней. Причем можно выделить три варианта состояния, качественно отличные друг от друга: в системе нет требований ($k = 0$); в системе требований меньше, чем число каналов обслуживания ($k < s$); число требований равно числу каналов обслуживания или больше него ($k > s$). Первому состоянию соответствует полный простой каналов; второму – одновременное обслуживание всех k требований, причем ряд каналов ($s - k$) свободен; при третьем состоянии все каналы заняты и вновь поступившее требование должно ожидать, пока освободятся каналы обслуживания. Соответствующие этим состояниям уравнения имеют вид:

$$\begin{aligned} -\lambda * P_0 + \mu * P_1 &= 0 \text{ при } k = 0; \\ -(\lambda + k * \mu) * P_k + \lambda * P_{k-1} + (k + 1) * \mu * P_{k+1} &= 0 \text{ при } 1 \leq k < s; \\ -(\lambda + s * \mu) * P_k + \lambda * P_{k-1} + s * \mu * P_{k+1} &= 0 \text{ при } k > s. \end{aligned} \quad (6)$$

Уравнения дают возможность получить выражение для вероятности того, что в системе находится k требований:

$$P_k = \begin{cases} \frac{\rho^k}{k!} * P_0 & \text{при } 1 \leq k < s \\ \frac{\rho^k}{s! * s^{k-s}} * P & \text{при } k \geq s \end{cases}, \quad (7)$$

Таблица 1. Классификация затрат по этапам выполнения заказов

	В начале выполнения проекта	В конце выполнения проекта	Пропорционально длительности выполнения	Пропорционально времени работы проекта
Затраты	1. Капитальные вложения 2. Выданные авансы	Штрафы и неустойки за срыв выполнения договора	1. Зарплата 2. Налоги 3. Накладные расходы	Затраты на содержание организации
Поступления (доходы)	Полученный аванс	Выплаты по окончании работ		

причем

$$P_0 = \frac{1}{\frac{\rho^s}{(s-1)!*(s-\rho)} + \sum_{k=0}^{s-1} \frac{\rho^k}{k!}} \quad (8)$$

Выражения дают возможность определить значения вероятности P_k как функции интенсивности нагрузки ρ . С помощью P_k можно получить все основные характеристики системы, а именно:

1) среднее число требований в очереди:

$$\bar{v} = \sum_{k=s+1}^{\infty} (k-s) * P_k \quad (9)$$

или

$$\bar{v} = \frac{\rho^{s+1}}{(s-1)!*(s-\rho)^2} * P_0; \quad (10)$$

2) среднее число требований в системе:

$$\bar{k} = \bar{v} + \rho; \quad (11)$$

3) среднее время ожидания для каждого требования в системе:

$$\bar{\omega} = \frac{\bar{v}}{\lambda} = \frac{\rho^{s+1}}{\lambda * (s-1)!*(s-\rho)^2} * P_0; \quad (12)$$

4) среднее время ожидания для каждого требования, находившегося в очереди:

$$\bar{\omega}_0 = \frac{1}{\mu * s * (1 - \frac{\rho}{s})}; \quad (13)$$

5) среднее время пребывания требования в системе:

$$\bar{t} = \bar{\omega} + \frac{1}{\mu}. \quad (14)$$

Рассмотрим параметры, характеризующие финансовое состояние системы.

Достаточно считать, что финансовые затраты происходят одновременно в начале и конце выполнения заказа, а также равномерно в процессе выполнения [6]. Поступление средств происходит в начале и конце выполнения заказа. Такая модель, с одной стороны, позволяет

достаточно точно описать исследуемую систему и, с другой стороны, дает возможность построить модель массового обслуживания. В нашей модели используется система штрафов за срыв выполнения договора (т. е. за простой или отсрочку требования) в однократном размере средней стоимости заказа и снижение цен на выполнение работ обратно пропорционально сроку выполнения заказа, что значительно усилит привлекательность фирмы и значительно увеличит количество заказов. Таким образом, данные, полученные из нормативных материалов по заключаемым договорам и из накопленной статистики о работе рассматриваемой системы (в данном случае из документов ООО «Оренбурггеофизика»), были систематизированы следующим образом, как это представлено в таблице 1.

Эти данные учитывались и оптимизировались с помощью введения следующих параметров и критериев.

3. Экономические критерии и оценка качества обслуживания

Главным экономическим критерием нашей системы являются суммарные потери системы. А основная задача исследования и последующей оптимизации заключается в выборе наилучшего экономического решения проблемы для системы в целом, т. е. отыскивается такой режим или такие условия работы системы, при которых функция, отображающая принятый экономический критерий, достигает минимального значения.

Суммарные потери системы составят: потери от ожидания обслуживания, потери от простоя каналов обслуживания, а также затраты на выполнение работ. Обозначим соответствующие показатели экономических потерь в единицу времени c_1 , c_2 и c_3 . Тогда, если среднее число требований в очереди равно \bar{v} , среднее число незанятых каналов обслуживания равно

\bar{s} , а среднее число занятых каналов равно ρ , то суммарные потери в единицу времени составят величину:

$$\alpha = c_1 * \bar{v} + c_2 * \bar{s} + c_3 * \rho. \quad (15)$$

Данные потери можно также найти следующим образом:

$$\alpha = c_1 * \sum_{k=s+1}^{\infty} (k-s) + c_2 * \sum_{k=0}^s (s-k) * P_k + c_3 * \rho. \quad (16)$$

Анализ выражения позволяет выявить условия, при которых величина α принимает минимальное значение. Если величины c_1, c_2, c_3 заданы и постоянны, т. е. в рамках задачи не предусматривается возможность снижения удельных потерь от ожидания обслуживания, от простоя каналов обслуживания и от выполнения работ (т. к. задачей является не снижение себестоимости), то на величину α можно воздействовать путем изменения числа каналов обслуживания или изменения условий функционирования системы.

На первом этапе решения задачи при случайном поступлении требований наиболее простое решение задачи заключается в определении такого числа каналов обслуживания, т. е. такой пропускной способности каналов, при которой соотношение затрат, связанных с нахождением клиента в очереди, и затрат на изменение мощности каналов обслуживания было бы оптимальным или минимизировало бы величину суммарных потерь.

При оптимальном числе каналов обслуживания на суммарные потери также можно воздействовать путем изменения интенсивности нагрузки ρ , как это видно из формулы (16), вероятности P_k . Следовательно, на суммарные потери можно воздействовать, применяя такие организационные меры, которые изменили бы значения плотности потока λ или интенсивности выполнения заказа μ в нужном направлении, которые при постоянном числе каналов обслуживания являются функцией интенсивности нагрузки ρ . Такими организационными мерами как раз являются определение плановой загрузки партий, усиление плановости поступления и выполнения заказов в результате перехода к заключению долгосрочных договоров.

При плановом поступлении заказов появляется возможность минимизации потерь за счет минимального простоя как заказов, так и

каналов обслуживания и увеличения доходов за счет того же непрерывного планирования. Но добиться этого мы можем лишь превращением случайного потока поступления заказов в регулярный, путем заключения с клиентами долгосрочных договоров. А привлечь клиентов для этого видится возможным с помощью предоставления им скидок с заказов, в зависимости от срока контракта на работы. Поэтому встает вопрос об определении величины подобных скидок, пропорциональных сроку заключения договора на выполнение работ [7].

Имитационное моделирование системы проводилось с использованием программной среды Stratum 2000.

Для расчета суммарных потерь системы необходимо определить значения стоимостных коэффициентов: c_1, c_2, c_3 – стоимость потерь от простоя требования, стоимость потерь от простоя канала, стоимость потерь от работы канала соответственно.

Стоимость потерь от простоя требования c_1 равна упущенной возможности прибыли от выполнения заказа и штрафу за простой требования (который равен, как было сказано выше, двукратной средней стоимости заказа):

$$c_1 = 1 * c_p + c_p = 3 * c_p, \quad (18)$$

где c_p – средняя стоимость заказа (работы).

Стоимость потерь от простоя канала c_2 равна затратам на содержание канала, сюда включаются затраты на зарплату, аренду, амортизация, плата за электроэнергию и др. постоянные издержки.

Стоимость потерь от работы канала c_3 составляют постоянные и переменные издержки. Переменные издержки включают затраты на транспорт, расходные материалы и др.:

$$c_2 = zn + есн + a + c_{проч.}, \quad (19)$$

$$c_3 = zn + есн + a + m + c_{топ.} + y + всп, \quad (20)$$

где zn – заработная плата рабочим;

$есн$ – единый социальный налог;

a – амортизационные отчисления;

$c_{проч.}$ – прочие расходы;

m – расходы на материалы;

$C_{топ.}$ – затраты на топливо;

y – услуги;

$всп$ – затраты вспомогательных цехов (автотранспортного цеха, метрологии, цеха геофизической аппаратуры, отдела информационных цехов).

Исходя из полученных в ходе моделирования данных проводилась оптимизация бизнес-процесса и решались поставленные выше задачи. Результаты расчетов и итоговые данные по экономической эффективности работы перепроектированной системы взаимодействия с заказчиками, а также эффективность наших предложений представлены в следующем разделе.

4. Экономическая оценка предложений

В результате оптимизации системы были получены следующие показатели.

Суммарный эффект работы моделируемой системы по всем участкам составил 13463,46

тысячи рублей в месяц, а эффект от проведения реинжиниринга – 137848 тысяч рублей в год. В результате эффективность работы моделируемой системы равна 123,4% в год, или 10,3% в месяц, а экономическая эффективность проведения реинжиниринга процесса работы с клиентами – 105,3% в год, или 8,76% в месяц.

Хотя эти показатели эффективности достигнуты в модели перепроектированного бизнес-процесса, при внедрении этой модели на предприятии эффект от внедрения перекроет все расходы на него, а эффективность системы будет значительно выше, чем у существующей на сегодняшний день.

12.05.2010

Список использованной литературы:

1. Хаммер М. Реинжиниринг корпорации: Манифест революции в бизнесе / М. Хаммер, Дж. Чампи. – СПб.: Издательство С.-Петербургского университета, 1997. 332 с.
2. Попов Э. Реинжиниринг бизнес-процессов и информационные технологии / Э. Попов, М. Шаппот. – М.: ЮНИТИ, 1999. – 214 с.
3. Бородатова М.В. Автоматизация моделирования объектов реинжиниринга / М.В. Бородатова, А.В. Шерстюк. – СПб.: Изд-во СПбГУ, 1999. – 287 с.
4. Бусленко Н.П. Моделирование сложных систем / Н.П. Бусленко. – М.: Наука, 1978. – 399 с.: ил.
5. Кофман А. Массовое обслуживание. Теория и приложения / А. Кофман, Р. Крюон. – М.: Издательство «Мир», 1965. – 124 с.
6. Фрезе, Э. Реструктуризация предприятий: направления, цели, средства / Э. Фрезе, Л. Тойфсек, Т. Бикен, М. Энгельс, П. Леманн // Проблемы теории и практики управления. – 2001. – №7. – С. 116-123.
7. Хавранек П.М. Руководство по подготовке промышленных технико-экономических исследований / В. Беренс, П.М. Хавранек. – М.: АОЗТ «Интерэксперт», 1995. – 342 с.

Сведения об авторах:

Влацкая Ирина Валерьевна, заведующая кафедрой математического обеспечения информационных систем Оренбургского государственного университета, кандидат технических наук, доцент
460018, г. Оренбург, пр-т Победы, 13, ауд. 2131, тел. (3532)372534, e-mail: mois@mail.osu.ru

Татжибаева Ольга Александровна, старший преподаватель кафедры математического обеспечения информационных систем Оренбургского государственного университета
460018, г. Оренбург, пр-т Победы, 13, ауд. 2132, тел. (3532)372534, e-mail: tatjibaeva@list.ru;

Vlatskaya I.V., Tatzhibaeva O.A.

The application of methods of imitation simulation in reengineering of business-processes

The authors examined the task of reengineering of business-processes in an example of the enterprise OOO "Orenburggeofizika". The model of enterprise on the basis of queueing theory is proposed. The authors carried out the imitation simulation of the system in the sphere Stratum 2000. According to the results of simulation they obtained the economic measures of the effectiveness of reengineering of the work of the redesigned system.

The key words: reengineering, business-process, imitation simulation, queueing theory.

Bibliography:

1. Hammer M. Reinzhinring Corporation: The Manifesto of the revolution in business / M. Hammer, J. Ciampi. – SPb.: Publishing, St. Petersburg University, 1997. 332 s.
2. Popov E. Re-engineering business processes and information technology / E. Popov, M. Shappot. – M: UNITY, 1999. – 214 pp.
3. Borodatova M.V. Automation of modeling objects reengineering / M.V. Borodatova, A.V. Sherstuk. – SPb.: Izdatel'stvo St. Petersburg State University, 1999. – 287 pp.
4. Buslenko N. Modeling complex systems / NP Buslenko. – M.: Nauka, 1978. – 399 pp.: Ill.
5. Kaufman A. Bulk Service. Theory and applications / A. Coffman, R. Kryuon. – Moscow: Publishing House «Mir», 1965. – 124 pp.
6. Frese E. Restructuring of enterprises: the direction, goals, tools / E. Frese, L. Toyfsek, T. Biken, M. Engels, P. Lehmann // Problems of theory and practice of management. – 2001. – №7. – S. 116-123.
7. Havranek P.M. Guidelines for the preparation of industrial feasibility studies / B. Behrens, P.M. Havranek. – Moscow: JSC «Intereksperit, 1995. – 342.