

## МЕТОД РАСЧЕТА ОПТИМАЛЬНОГО ПУТИ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ

*Аннотация.* В статье рассматривается метод оптимизации пути движения информации на предприятии в процессе ее обработки. Рассматриваются различные по своим свойствам источники, образующие информационные потоки. В расчеты введен коэффициент эффективности использования ресурсов предприятия.

*Ключевые слова:* информация, путь обработки, человеческий фактор, ресурсы, системный подход.

### Введение

Проблема организации обработки информационных потоков наиболее рациональным образом стоит перед большинством компаний. Однако наиболее остро ощущают эту проблему те из них, чье производство связано с риском для жизни и здоровья людей или экологическими рисками. Практика показывает, что все крупные инциденты, произошедшие на таких объектах, в той или иной мере связаны с проблемами в организации информационного обмена между участниками производственного и бизнес процессов [1,2]. Вопросам оптимизации путей обработки и движения информации в последние десять лет уделяется много внимания. Объемы статьи не позволяют привести полный анализ всех литературных источников, но даже в последних публикациях [3-6] авторами, либо рассматриваются пути обработки деталей на конвейере, либо исследуется проблема оптимизации используемого на предприятии программного обеспечения. Авторы не рассматривают информацию как продукт, который производится предприятием наравне с основной продукцией. Не говорится о том, что от того насколько оптимально выбраны пути перемещения информации от ее источника к месту принятия решения зависит, как минимум, безопасность, которая является одним из показателей качества работы таких предприятий, как, например, атомные электростанции. Точность существующих моделей в значительной степени снижена из-за пренебрежения принципом эмерджентности, то есть, как участки обработки информации рассматриваются, либо только люди, либо только программно-аппаратные средства. Кроме того, не

принимается во внимание эффективность использования ресурсов информационной системы.

### Цель работы

Разработать метод, позволяющий рассчитать оптимальный путь движения информации внутри предприятия, производственные процессы которого могут оказывать существенное влияние на жизнь и здоровье сотрудников. При этом информация поступает от разных по своей природе источников (люди, бумажные носители, электронные средства передачи информации) и учитывается эффективность использования ресурсов информационной системы. Таким образом, реализуется процесс системной оценки качества обработки информации.

Критериями оптимизации являются время обработки и достоверность информации. При этом под достоверностью будем понимать соответствие принятого сообщения переданному[7].

### Основная часть

На вход информационной системы предприятия поступает разнородная по структуре и способу представления информация. Если каждую категорию представить в виде отдельного проекта, то проекты можно разбить на группы однотипных данных, для которых существует множество однотипных порядков обработки  $K$ , где  $k_p^z$  порядок обработки однотипных данных  $z$ -ой выборки  $k_p^z \in K$ , а  $z$  - номер множества однотипных данных  $z = \overline{1, n}$ .  $I$  - множество всех данных,  $n$  - количество множеств данных,  $n^z$  - количество элементов в множестве однотипных данных.

Выходы информационной системы представляют собой результат применения некоторого, заранее выбранного порядка обработки, к информации, которая поступила на входы системы. Таким образом, выходы могут быть представлены совокупностью

$$Y = \langle I, K \rangle, \quad (1)$$

где  $Y$  - множество выходов информационной системы.

С другой стороны, выходы информационной системы могут быть представлены в виде

$$Y = M_{in} \cup M_{out} \quad (2)$$

где  $M_{in}$  - множество внутренних выходов информационной системы,  $m_{in}^j \in M_{in}$  элемент множества, который представляет результат обработки входной информации, используемый предприятием для собственных целей. Примером такого результата может быть обработка статистических данных о покупках продукции предприятия. Результаты обработки такой информации затем используются для работы внутренних подразделений предприятия.

$M_{out}$  - множество внешних выходов информационной системы,  $m_{out}^c \in M_{out}$  элемент множества, который представляет результат обработки входной информации, используемый предприятием для внешних целей. Например, ответ на запрос заказчика о технических характеристиках выпускаемой продукции.

В идеале выражение (1) должно быть равно выражению (2). Другими словами, на предприятии должно существовать такое количество порядков обработки входной информации, чтобы в любой момент времени можно было получить ответ на любой поставленный вопрос, т.е., сформировать любой требуемый в настоящий момент времени выход информационной системы. Однако такая стратегия не учитывает:

ресурсов предприятия и ограничений, которые налагаются на них в силу различных причин;

- структуру обработки информации;
- критериев эффективности использования ресурсов;
- ситуаций, связанных с отказами.

Пусть  $B$  - множество ресурсов информационной системы, требующихся ей для реализации всех порядков обработки информации из множества  $K$ . К ресурсам в данном случае можно отнести  $t_{ob}$  - время, которое потребуется на обработку информации;  $t_{pr}$  - время на переход от одного порядка обработки к другому;  $A$  - программно-аппаратные средства необходимые для обработки, хранения и передачи информации.

Сделаем следующее допущение. Структура исследуемой нами информационной системы иерархическая. Другими словами каждый элемент  $k_p^z \in K$  сам представляет собой множество участков  $l_k$ , на ко-

торых происходит поэтапная последовательная обработка однотипных данных. Время обработки  $t_{ob}$  состоит из отдельных последовательно расположенных отрезков времени  $t_{ob} = \sum_1^l t_{ob}^l$ , при этом  $t_{ob}^l > t_{ob}^{l-1}$ . Таким образом, информация обрабатывается последовательно, переходя от одного участка конвейера (установленного порядка обработки) к другому. Общее время обработки  $t_{ob}$  не может превышать суммарное время обработки  $t_l$  на всех участках обработки  $l_k$ , которое определяется технологическими характеристиками используемого оборудования (быстродействие, пропускная способность канала связи, скорость передачи данных и т.п.). Автор не исключает из рассмотрения параллельную обработку частей одного и того же сообщения, если это не противоречит здравому смыслу и технологически возможно. Однако участки обработки будут располагаться последовательно друг за другом. Например, один и тот же документ могут одновременно изучать в юридической и экономической службах, но это происходит только после того, как директор направит этот документ в оба подразделения.

Множество  $A$  программно-аппаратных средств условно можно назвать конвейером, на котором проходит обработку входная информация. Порядок обработки определяется структурой конвейера.  $P$ -множество обрабатывающих программ. Под обрабатывающей программой будем понимать некоторый алгоритм действий. Тип обрабатывающей программы зависит от типа данных, для обработки которых предназначена эта программа.  $P_o \in P$  - элемент множества состоящий из ряда действий сетевого и компьютерного оборудования, компьютерных программ и людей, направленных на обработку входных данных информационной системы и преобразование их в выходы этой системы. Каждому участку  $l_k$ , на котором происходит обработка однотипных данных, соответствует некоторый участок  $P_o^l$  обрабатывающей программы  $P_o$ . Соотношение между  $P_o^l$  и  $l_k$  определяется матрицей инцидентности  $D$ , которая представляет собой диагональную единичную матрицу. Элемент матрицы  $d_{pl} = 1$ , так как каждой

части обрабатываемой программы  $P_o^l$  соответствует свой участок обработки  $l_k$  определенного порядка обработки однотипных данных  $k_p^z$ . По сути дела набор данных и набор программ составляют задание, которое необходимо обработать программно-аппаратными средствами по заранее определенному порядку обработки.

Программно-аппаратные средства как ресурс ограничены техническими и экономическими возможностями компании и биологическими возможностями людей, задействованных в данном процессе.

$t_{pr}$  - время, которое необходимо на переход от порядка обработки  $k_p^z$  к порядку обработки  $k_p^y$ . Если  $z = y$ , то  $t_{pr} = 0$ , так как переход не требуется. Время перехода ограничивается общим временем, отпущенным на обработку информации, особенностями технологического процесса и экономическими требованиями (это время не является продуктивным).

Таким образом,  $t_{tot}$  - общее время обработки информации, поступающей на вход информационной системы, складывается из двух составляющих  $t_{ob}$  и  $t_{pr}$ . Если переход от одного порядка обработки к другому не требуется, то  $t_{tot} = t_{ob}$ .

Общий ресурс системы может быть представлен в виде выражения (3)

$$B_{ud} = \{b_{ud}^g | g = \overline{1, q}\}, \quad (3)$$

где  $b_{ud}^g$  - ресурс одного элемента программно-аппаратного комплекса информационной системы;  $q$  - количество элементов комплекса.

На ресурсы налагаются определенные ограничения. Такие ограничения вызваны техническими, физическими или экономическими причинами. Пусть  $R_e$  множество ограничений, которые наложены на ресурсы информационной системы. Тогда

$$R_e = \{r_e^b | b = \overline{1, s}\}, \quad (4)$$

где  $r_e^b$  - ограничение, которое накладывается на ресурс;  $s$  - количество ограничений.

Множество ресурсов, доступных для использования информационной системой в процессе преобразования данных на входе в вы-

ходную информацию, является результатом прямого декартова произведения множеств из выражений (3) и (4)

$$B_{ud}^a = B_{ud} \times R_e = \{(b_{ud}^g; r_e^b) | b_{ud}^g \in B_{ud} \wedge r_e^b \in R_e\} \quad (5)$$

При этом для каждой пары элементов, полученных в результате выполнения выражения (5), реализуется отношение  $(r_e^{b1}; r_e^{b2}) = \{b_{ud}^g | r_e^{b1} \leq b_{ud}^g \leq r_e^{b2}\}$ , т.е. для каждого из ресурсов установлены не только наименования ограничений, но и конкретные значения их границ.

Данные поступают на вход системы, где сортируются и объединяются в группы однотипных данных. Затем для каждой группы устанавливается расписание обработки этих групп отдельными программами  $P_o$ . Наборы данных поступают на конвейер непрерывно и в зависимости от различных обстоятельств выстраиваются определенным образом на обработку. За формирование порядка таких очередей несет ответственность расписание. Количество таких расписаний составляет множество  $Tm_o$ . Однако исполнение расписаний зависит от ресурсов, которыми обладает информационная система и ограничений, которые налагаются на эти ресурсы. Другими словами, для того чтобы получить множество расписаний, которые действительно могут быть реализованы в условиях данной информационной системы, нам необходимо сопоставить между собой элементы множества  $Tm_o$  и множества  $B_{ud}^a$  и сформировать новое множество  $Tm_{or} \subset Tm_o$ . Основанием для помещения элементов в новое множество является наличие у системы ресурсов для реализации такого расписания.

В дальнейших рассуждениях будем учитывать, что, с одной стороны, на ресурсы информационной системы накладываются определенные ограничения, а с другой, ресурсы сами ограничивают процессы, происходящие в этой системе.

$$\langle I, K, B_{ud}^a \rangle = M_{in} \cup M_{out} \quad (6)$$

Таким образом, в расчет введены ресурсы предприятия и структура обработки информации. В модель введены ресурсы, что позволило превратить ее из статической в динамическую, так как процесс преобразования информации рассматривается на протяжении некоторого промежутка времени  $t_{tot}$ .

На следующем шаге введем в модель показатель эффективности использования ресурсов в процессе преобразования входов информационной системы в ее выходы. Тогда, между множествами  $B_{ud}^a$  и  $K$  должно быть реализовано следующее отношение

$$H = \{b_{udz}^a \in B_{ud}^a, k_p^z \in K \mid b_{udz}^a / k_p^z \leq 1\}, \quad (7)$$

где  $b_{udz}^a$  - ресурсы, необходимые информационной системе для обработки  $i_j$  набора однотипных данных на  $l_i$  участке  $k_p^z$  порядка обработки данных.

Учитывая (7) выражение (6) примет следующий вид

$$\langle I, H \rangle = M_{in} \cup M_{out} \quad (8)$$

### Выводы

1. Выражение (8) представляет собой математическую модель, физический смысл которой заключается в том, что при правильно сбалансированных ресурсах и оптимально выбранном порядке обработки информации система сможет сгенерировать из информации, поступившей на вход, необходимый в данный момент времени элемент из множества выходов.

2. Так как в состав ресурсов входит общее время  $t_{tot}$ , то модель представляется динамической, т.е. описывающей развивающийся во времени процесс обработки информации. Динамика процесса обусловлена отклонениями от заданных порядков обработки  $K$ , которые могут быть вызваны сбоями в работе аппаратно-программного комплекса, в том числе и по вине человека.

3. Достоверность информации на выходе обеспечивается путем выбора адекватного порядка ее обработки из множества возможных порядков  $K$ .

4. В своих дальнейших исследованиях автор преобразовал выражение (8) в транспортную задачу и оптимизировал путь движения информации по параметру времени.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Report of the President's Commission on the Accident at Three Mile Island. Washington, D.C., October 1979. - 179 p.
2. №75- INSAG-7 Чернобыльская авария: дополнение к INSAG -1. Доклад международной консультативной группы по ядерной безопасности. МАГАТЭ, Вена, 1993.- 146с.
3. Зак Ю.А. Разбиение на подмножества и построение допустимых и оптимальных последовательностей выполнения множества заданий на нескольких машинах/Ю.А. Зак//Системні дослідження та інформаційні технології.- 2012.-№2.-С.87-101
4. 4. Баженов Н.А. Обеспечение качества формирования концептуальной модели требований к программному обеспечению/Н.А. Баженов, Б.Н. Соколов//Системні дослідження та інформаційні технології.- 2012.-№3.-С.7-18
5. Мазурок Т.Л. Интеллектуальные преобразования в реализации синергетической модели управления/Т.Л. Мазурок//Системные технологии.-2013.-№3.-С.72-79
6. Хамхотько А.Ф. Информационное обеспечение задач прогнозирования свойств щелочесодержащих шихтовых материалов доменной плавки/А.Ф. Хамхотько, А.И. Белькова, Н.А. Циватая, А.С. Скачко, Ю.М. Лихачев//Системные технологии. – 2013.-№2.-С.155-160
7. Лопатников Л.И. Экономико-математический словарь: Словарь современной экономической науки.-5-е изд. перераб. и доп.-М.:Дело, 2003. - 520с.