

УДК 681.3

## Имитация вариантов организации распределенного документооборота в учреждениях

Н. Н. БАБАРЫКА

Предлагается использовать для имитации вариантов организации документооборота между структурными подразделениями в учреждениях методики модифицированного сетевого планирования распределенной обработки на ЭВМ.

**Ключевые слова.** Имитация, варианты организации, распределенный документооборот, сетевые графики.

**Введение.** Проблема организации документооборота в учреждениях посвящена работа [1]. В ней рассматривается технология документооборота при наличии полноты информации об объекте управления. На практике у лиц, принимающих решения (ЛПР), обычно нет уверенности в полноте информации и своевременности принятия решений. Поскольку комплекс программ технологического обеспечения и набор микротехнологических операций ( $MTXO_{ij}$ ) в составе технологического процесса документооборота (ТПДО) сложным образом взаимосвязан и использует базу данных (БД), обычно распределенную не только внутри учреждения, но даже информация зачастую хранится за пределами учреждений.

Кроме того, большое число  $MTXO_{ij}$  использует общую базу данных в режиме распределенной обработки информации (РОИ). Во всем ТПДО одновременно выполняется большое число  $MTXO_{ij}$ , которые технологически завязаны друг с другом таким образом, что выполнение одних  $MTXO_{ij}$  возможно только после завершения других  $MTXO_{ki}$ . Это обстоятельство позволяет использовать для описания ТПДО и синхронизации выполнения  $\{MTXO_{ij}\}$  аппарат сетевого планирования. Основой этого аппарата является сетевой график (СГР) позволяющий синхронизовать по выполняемым функциям и временам выполнения множество  $\{MTXO_{ij}\}$ . Каждая  $MTXO_{ij}$  для своего выполнения требует следующих ресурсов предприятия: времени выполнения ( $\tau_{ij}$ ); стоимости выполнения ( $C_{ij}$ ); количество исполнителей  $n_{uij}$ ; объем информации из БД ( $V_{uij}$ ). (1)

Сложный характер взаимодействия компонентов программного обеспечения, вероятностный характер количества ресурсов, необходимый для реализации на ЭВМ соответствующих  $MTXO_{ij}$ ; непредсказуемое состояние ТПДО в каждый момент суточной организации документооборота в учреждениях приводят к тому, что вместо СГР с детерминированными значениями расхода ресурсов  $\{MTXO_{ij}\}$  руководству учреждений и вышестоящих по иерархии подчиненности руководителям организаций приходится принимать решения в условиях неопределенности и риска. Это обстоятельство обуславливает актуальность использования имитационных моделей (ИМ) различных режимов ТПДО.

**Вероятностные сетевые графики реализации ТПДО.** Поскольку необходимо построить ИМ ТПДО, в которой отображена вероятностная природа использования ресурсов ЛВС, обслуживающих учреждения, то в основе анализа реализации во времени ТПДО долж-

на быть использована процедура Монте-Карло [2]. Согласно этой процедуре вероятностный сетевой график (ВСГР), описывающий динамику взаимодействия во времени множества  $\{MTXO_{ij}\}$  с вероятностными запросами ресурсов учреждения, заменяется последовательностью детерминированных сетевых графиков  $\{СГГ_l\}$ , где  $l = 1, N_m, N_n$  – количество реализаций процедуры Монте-Карло, обеспечивающее необходимую точность имитации случайных значений запросов ресурсов учреждения.

Из-за вероятностного характера запросов ресурсов необходимо вместо (1) задавать функции распределенная времени и стоимости выполнения  $MTXO_{ij}$  и объема информации из БД:  $F_{1ij}(\tau)$ ,  $F_{2ij}(c)$ ,  $F_{3ij}(V_u)$   $l$ -ой реализации ВСГР по этим функциям распределения разыгрываются для всех  $MTXO_{ij}$  детерминированные значения компонент вектора запросов ресурсов учреждения:

$$v_{ijl} = (\tau_{ijl}; c_{ijl}; v_{u ij l}; n_{u ij}) \quad (2)$$

Используем методику анализа вероятностного сетевого графика, изложенную в монографии [3] и систему автоматизации САИМ [3] для построения ИМ ВСГР, отображающую динамику использования ресурсов учреждения множеством взаимосвязанных  $\{MTXO_{ij}\}$ . Согласно технологии использования САИМ технологическую схему документооборота представим в виде программы ИМ ВСГР. В этой программе каждая  $MTXO_{ij}$  представляется соответственно агрегатам  $АТОР_{ij}$ , имитирующем расход ресурсов предприятия в  $l$ -ой реализации в виде вектора [2]. Синхронизация событий ВСГР в ИМ ВСГР обеспечивается в среде САИМ агрегатами  $ASOB_i$ . После розыгрыша случайных величин по функциям распределения ВСГР превращается в детерминированный СГР, у которого  $MTXO_{ij}$  для своего выполнения требует ресурсов учреждения, представленных вектором  $\mathcal{G}_{v/l}$  (3). Синхронизация динамики взаимодействия компонент множества  $\{MTXO_{ij}\}$  осуществляется с помощью агрегатов-событий  $ASOB_{ij}$ , являющихся моделями  $SOB_{ij}$  в ВСГР.

Для  $l$ -ой реализации  $ВСГР_l$  можно использовать методику расчета и анализа параметров СГР, изложенную [4], поскольку вектора  $\mathcal{G}_{ijl}$  представляют собой четверку детерминированных значений. Согласно методики расчета параметров  $ВСГР_l$  [3] определяются ранние и поздние сроки свершения событий

$$t_{pi} = \max_k (t_{pk} + \tau_{kj}); t_{Pi} = \min (t_{Pi} - \tau_{ij}). \quad (3)$$

Рассчитываются резервы свершения событий  $R_i = t_{Pi} - t_{pi}$  и определяется подмножество  $\{MTXO_{mh}\}$ , у которых  $R_i = 0$ . Из этого подмножества агрегатов  $\{АТОР_{mh}\}$  находятся критический путь  $l$ -ой реализации ВСГР ( $КРП_l$ ), представляющий собой последовательность тех агрегатов  $ASOB_i, АТО_{ij}, ASOB_j$ , у которых резервы свершения событий равны нулю. Сам путь содержит максимальное число  $АТОР_{ij}$  на входе находятся  $ASOB_i$  и  $ASOB_j$ , у которых нет резервов ( $R_i = 0$  и  $R_j = 0$ ). Далее согласно методики расчетов СГР [4] осуществляется анализ параметров  $l$ -ой реализации  $ВСГР_l$ . При этом рассматривается вектор выполнения  $АТОР_{ij}$ :

$$n_{ijl} = \{t_{PHijl}, t_{Piijl}, t_{POijl}, t_{Piijl}\}, \quad (4)$$

где  $t_{PHijl}$  – ранее начало выполнения;  $t_{Piijl}$  – позднее начало выполнения;  $t_{POijl}$  – ранее окончание выполнения;  $t_{Piijl}$  – выполнения  $АТОР_{ij}$ .

Расчет компонент этого вектора ведется по формулам:

$$t_{Puijl} = t_{pil}; t_{Piijl} = t_{Piijl} - \tau_{ijl}; \quad (5)$$

$$t_{poi jl} = t_{pil} + \tau_{ijl}; \quad t_{\Pi ij l} = t_{\Pi ij l}.$$

После определения компонент вектора  $\eta_{ijl}$  по формулам (6) и (7) приступают собственно к анализу  $l$ -ой реализации ВСГР. Вначале определяются полные и частные резервы свершения  $АТОР_{ij}$  в  $l$ -ой реализации  $ВСГР_l$  по формулам:

$$R_{ijl} = t_{\Pi ij l} - t_{pil} - \tau_{ijl} - \text{полный резерв выполнения } АТОР_{ij},$$

$$r_{ijl} = t_{pij l} - t_{nij l} - \tau_{ijl} - \text{частный резерв свершения } АТОР_{ij}.$$

Если полный резерв времени расходуется на какой либо операции на пути  $ВСГР_l$ , то все последующие операции уже будут иметь нулевой резерв времени и становятся критическими. Частный резерв времени образуется только у работ, непосредственно предшествующих  $ASOB_j$ , в котором пересекаются пути разной длины. Он показывает, какая часть полного резерва  $АТОР_{ij}$  может быть использована на последовательности этого и последующих за ним операций  $ВСГР_l$ .

Для характеристики напряженности сроков выполнения работ на  $ВСГР_l$  согласно [4] определяются следующие коэффициенты:

– коэффициент напряженности работы

$$K_{ijl} = \frac{T(L_{\max l}) - T'_{kp}(l_{\max l})}{T'_{kp} - T'_{kp}(l_{\max l})}; \quad (6)$$

где  $T(L_{\max l})$  – продолжительность полного пути максимальной длины в  $l$ -ой реализации, проходящей через  $MTXO_{ij}$ ;  $T'_{kp}$  – (продолжительность критического пути  $l$ -ой реализации ВСГР); коэффициент полного резерва, определяемый по формуле:

$$K_{pij l} = \frac{R_{ijl}}{T_{kpl} - T'_{kp}(L_{\max l})}; \quad (7)$$

Далее, имея критический путь  $l$ -ой реализации ( $KPI_l$ ), формируем граф критических путей  $\{GKRP\}$  и уже в нем находим наиболее вероятностный критический путь (ВКРП), максимальную (БКРП) и минимальную (НКРП) границы критического пути. Поскольку осуществляется  $N_M$  итераций процедуры Монте-Карло, то по ее завершении вместо детерминированных статистик реализации операций и событий формируются выборки этих статистик объем  $N_M$ . Далее по этим выборкам определяются средние значения статистик:

$$\bar{t}_{pi}, \bar{t}_{\Pi i}, \bar{R}_i = \bar{t}_{pi} - \bar{t}_{pi}; \quad - \text{ для } ASOB_i;$$

$$\bar{\eta}_{ij} - \text{ для } АТОР_{ij}; \quad \bar{R}_{ij}; \quad \bar{T}_{kp};$$

и соответственно выборочное дисперсии этих статистик ( $D_{Rij}; D_{\eta ij}; D_{Rij}; D_{T_{kp}}$ ).

Узкие места в ВСГР находят с помощью графа критических путей ( $GKRP$ ).

Таким образом, с помощью ИМ проблема автоматизации обработки документов и управленческого документооборота получает нетрадиционное решение. С помощью ИМ руководители учреждений получают возможность:

- оперативным образом управлять функциональными возможностями системы в соответствии со своими потребностями;
- изменять автоматизированную технологию обработки документов;
- наращивать мощность отдельных систем по мере необходимости;
- прогнозировать жизненный цикл системы за счет возможностей ее модификации и развития.

Особое место должны занимать вопросы контроля функций компонентов документооборота и защиты документов от несанкционированного доступа к документам. Это обстоятельство требует использования в составе множества  $MTXO_{ij}$  специальных операций контроля за развитием всех этапов организации документооборота на предприятии. Одним из способов такого контроля может быть слежение во времени за свершения событий ВСГР,

лежащих на критическом пути ВСГР. При свершении таких событий исследователь может предусмотреть ряд корректирующих  $MTXO_{ij}$ , которые в совокупности своевременно ликвидируют отклонения в технологии обработки документов. Кроме того, среди подмножества  $\{MTXO_{ij}\}$ , корректирующих отклонения в технологическом процессе обработки документов, можно предусмотреть операции взаимодействия ВСГР с экспертом, наблюдающим за развитием технологического процесса обработки и анализа документов.

Для прогноза жизненного цикла системы при возможных модификациях всего документооборота удобно ввести специальные ветви ВСГР, которые инициализируются только при свершении особых событий в системе документооборота. Моделируя возможные ситуации возникновения этих событий, руководство получает дополнительные возможности управления технологией документооборота.

Таким образом, с помощью ВСГР в любом учреждении руководители с помощью ИМ ВСГР получают возможность:

- оптимизировать пути документооборота начиная с фазы его регистрации до принятия решения о завершении жизненного цикла;
- регламентации маршрутов движения документов;
- определения состава технологических операций для массовых категорий документов.

В заключение определим задачу оптимизации системы документооборота, представленную в виде множества  $\{MTXO_{ij}\}$  на вероятностном сетевом графике. Известно, что при оптимизации любой системы документооборота исследователь должен реализовать 3 стадии: анализ системы документооборота с помощью ВСГР; провести оптимизацию системы документооборота на основе выделения тех  $MTXO_{ij}$ , которые имеют резерв времени реализации и тех  $MTXO_{ij}$ , которые лежат на критическом пути ВСГР; осуществить синтез оптимальной системы документооборота. Анализ системы предполагает получение критических оценок реализации ВСГР. Оптимизация предполагает модификацию системы документооборота, включающую в себя: снижение времени  $MTXO_{ij}$  лежащих на критическом пути ВСГР; организацию обработки документов теми  $MTXO_{ij}$ , которые не лежат на критическом пути ВСГР; замену неэффективных  $MTXO_{ij}$ , которые имеют критическое время их выполнения, с целью уменьшения критического времени выполнения ВСГР.

При синтезе системы осуществляется анализ структуры ВСГР и конструирование его из настраиваемых модулей [1].

**Abstract.** Methods of modified net planning of distributed computer processing are considered in the paper. They are supposed to be used for simulation of variants of documentation processing system between structured divisions of an institution.

### Литература

1. Курбацкий, Л.Н. Автоматизация обработки документов. – Мн. БГУ, 1999. – 230 с.
2. Максимей, И.В, Серегина В.С. Задачи и модели исследования операций. Ч.2. Модели нелинейного и стохастического программирования: уч. Пособие.– Гомель, БелГУТ, 1999. – 103 с.
3. Смородин, В.С. Методы и средства имитационного моделирования технологических процессов производства: монография / В.С. Смородин, И.В. Максимей; М-во образования РБ. ГГУ им. Ф. Скорины. Гомель, 2007. – 369 с.
4. Жогаль, С.И., Максимей И.В. Задачи и модели исследования операций. Часть 1. Аналитические модели исследования операций. Уч. Пособие. – Гомель, БелГУТ, 1999. – 109 с.