

Формализация технологических процессов предоставления почтовых услуг

Г.А.ТЕРЕЩЕНКО

1. Введение

При анализе динамики предоставления почтовых услуг отделениями почтовой связи (ОПС) руководство предприятий почтовой связи сталкивается с проблемами повышения их конкурентоспособности за счет улучшения качества обслуживания пользователей и снижения затрат на организацию этих услуг. Для этой цели необходимо организовать сбор статистики о функционировании отделения связи и составе запросов пользователей на услуги почтовой связи, провести анализ эффективности функционирования ОПС и оценить качество предоставления этих услуг каждым структурным подразделением. На основании этого анализа можно будет принять решение об адаптации технологических процессов почтовых услуг (ТППУ) к требованиям пользователей. К сожалению, в настоящее время средства для проведения анализа и адаптации ТППУ к поведению и требованиям пользователей отсутствуют. Проводить подобные работы на функционирующих ОПС нецелесообразно по экономическим причинам. Поэтому актуально использование компьютерного моделирования ТППУ для целей анализа качества и эффективности предоставления почтовых услуг и адаптации ТППУ к требованиям потребителей. Как показала практика исследований функционирования ТППУ, аналитические модели (АМ) не позволяют решить поставленные задачи в силу невыполнения условий для их построения. Поэтому приходится прибегать к имитационному моделированию ТППУ при решении задач анализа динамики функционирования ОПС и на этой основе оценивать качество обслуживания пользователей и эффективность технологических процессов, реализующих это обслуживание.

В данной работе рассматривается один из важнейших этапов построения имитационных моделей (ИМ) – формализация ТППУ. При этом предлагаются принципы и правила составления содержательного описания ТППУ; формулировки концептуальной модели ТППУ; переработки содержательного описания в формальное.

2. Правила составления содержательного описания ТППУ

Несмотря на различия по объему и составу оказываемых отделениями связи услуг, можно выделить ряд принципов и правил описания ТППУ отделений связи, выполнение которых необходимо для получения исходной информации при построении ИМ ТППУ. При разработке предлагаемых ниже принципов и правил использовалась универсальная технология построения ИМ сложных систем [1].

○ Обоснование структуры и выбор состава компонент ТППУ, которые представляют интерес при исследовании функционирования ОПС, определяется множеством услуг почтовой связи, каждая из которых может исследоваться независимо друг от друга. Выделяются особенности параллельно-последовательного характера реализации услуг почтовой связи (ПУ). Составляется типовое множество обслуживающих устройств (ОУС_{ij}), участвующих в процессе оказания *i*-й услуги (ПУ_{*i*}). Формулируются критерии оценки качества ТППУ и цели будущего исследования.

○ Осуществляется декомпозиция ТППУ на технологические операции (ТХО_{*i*}). При этом каждой ПУ_{*i*} соответствует одна или несколько ТХО_{*i*}. Затем каждая ТХО_{*i*} представляется последовательностью микротехнологических операций (МТХО_{*ij*}). Различным ОУС_{*ij*} соответ-

ствуует своя $MTXO_{ij}$. Степень раздробления TXO_{ij} на $MTXO_{ij}$ определяется следующими условиями: доступностью для исследователя состава и структуры операций по реализации услуги; возможностью выделения группы функций OUC_{ij} при реализации услуги, называемых в дальнейшем процессами, которые обладают типовыми алгоритмами поведения во времени и реагируют на изменения динамики ситуации при реализации ТППУ. Устанавливаются взаимосвязи между компонентами ТППУ по управлению, информационному взаимодействию, выполняемым функциям, каждая из которых специализирована по типам процессов.

○ Выделение видов функциональных связей компонент ТППУ включает в себя: составление последовательностей взаимодействующих $\{MTXO_{ij}\}$, выделение траекторий движения запросов пользователей внутри ТППУ; взаимодействие процессов друг с другом по управлению; информационное взаимодействие запросов пользователей и процессов.

○ Определение целей исследования ТППУ в ОПС требует реализации следующих действий: выделение критерия качества функционирования ТППУ (W_k) k -го варианта технологии организации ПУ_{*i*}; определение множества задач компьютерного моделирования ТППУ $\{S\}$; конкретизация значений W_{ks} для каждой s -й задачи анализа функционирования ОПС_{*k*}.

○ Выдвижение гипотез о характере взаимодействия ТППУ с внешней средой. Главной гипотезой является вероятностный характер поведения запросов пользователей ОПС_{*k*} и независимость их воздействий на ТППУ. Сопутствующими гипотезами могут быть: независимость функционирования ПУ_{*i*} друг от друга; постоянство характера поведения запросов пользователей ТППУ; постоянство структуры запросов пользователей при переменной интенсивности их поступления в ОПС_{*k*}.

○ Определение состояний ТППУ. Очередное состояние ТППУ определим как суперпозицию состояний $\{MTXO_{ij}\}$ и свяжем его с усредненным показателем простоев запросов пользователей и степенью загрузки $MTXO_{ij}$ при выполнении запросов пользователей.

○ Определение результирующих показателей, характеризующих качество реализации ТППУ со стороны пользователей и со стороны администрации.

○ Документирование принятых решений в виде итогового документа, сформулированного в текстовом виде, т.н. содержательное описание ТППУ. Всем процессам присваиваются идентификаторы ij (соответственно номерам $MTXO_{ij}$ в составе TXO_i , реализующих ПУ_{*i*}). Каждому типу запросов пользователей присваивается идентификатор (l). Составляются списки связей между процессами: по управлению (SPU); по информации (SPI). Устанавливаются функции OUC_{ijl} при выполнении запросов пользователей l -го типа. Множество описаний этих функций и составляет основной текст содержательного описания ТППУ.

3. Формулировка концептуальной модели ТППУ

В качестве объектов составления концептуальной модели (КМ) ТППУ выделим: динамику особенностей поведения характеристик внешней среды (ВСП), алгоритм управления процессом предоставления услуг пользователям. Для каждого из этих объектов составляется свое подмножество параметров $\{KM_k\}$, объединение которых позволит получить КМ всего ТППУ. Независимо от типа для k -го варианта ТППУ каждая KM_k должна описывать параметры управления моделью ТППУ $\{X_k\}$, состав статистик имитации $\{STIM_k\}$, список возможных состояний процессов $\{SO_{fikij}\}$, переменные и статистики верификации ИМ ТППУ $\{STVER_k\}$, статистики проверки адекватности ИМ реальному ТППУ ($STADKV_k$), множество локальных откликов качества поведения процессов и обслуживания запросов $\{Y_{kij}\}$, обобщенный отклик k -го варианта организации ТППУ при решении s -ой задачи анализа работы ОПС (W_{ks}). Отметим, что с помощью целевой функции осуществляется выбор такого варианта k_0 организации ТППУ (W_{k_0s}), который обеспечивает максимум W_{ks} . Следующей операцией формулировки КМ ТППУ является выделение компонент вектора факторов $\{X_k\}$, определяющих изменчивость организации ТППУ и влияющих на множество откликов $\{Y_{kij}\}$, и W_{ks} . Сюда входит также и множество задаваемых характеристик процессов.

4. Формализация ТППУ

Для каждого из объектов КМ ТППУ расшифруем состав групп параметров, переменных, статистик и откликов модели. Множество задаваемых характеристик (FGPH) поведения пользователей каждого ОПС включает в себя:

- матрицу функций распределений размеров выплат пенсий абонентам l -го типа ($\|F_{kl}(C_{pe})\|$);
- матрицу состава пенсионеров l -го типа в каждом ОПС ($\|n_{kl}\|$);
- матрицу вероятностей подписки клиентами l -го типа на периодические издания f -го типа ($\|P_{relf}\|$);
- матрицу вероятностей оплаты абонентами l -го типа платежей f -го типа ($\|P_{plf}\|$);
- матрицу связей пользователей l -го типа с адресатом m -го типа при выполнении ПУ _{i} в ОПС _{k} (MADR);
- матрицу вероятностей использования индивидуального ресурса m -го типа при обслуживании МТХО _{ij} запросов пользователей l -го типа ($\|P_{mijl}\|$);
- матрицу средних времен реакции клиентов l -го типа на вручение уведомлений от ОПС _{k} (τ_{kli});
- матрицу вероятностей типов переводов f в запросах пользователей l -го типа ($\|P_{trfl}\|$);
- расписание поступления во времени запросов пользователей l -го типа на ПУ i -го типа в k -м ОПС (RASP _{$tilk$});
- матрицу функций распределений сумм переводимых денег l -м пользователем ($\|F_{li}(C_{per})\|$);
- матрицу функций распределений стоимостей для l -го пользователя услуг i -го типа в ОПС _{k} ($\|F_{2i}(C_{ust})\|$).

Множество задаваемых характеристик состава и структуры технологии ПУ _{i} в ОПС _{k} (FGTE) включает в себя:

- расписание функционирования ТХО _{i} (RASP);
- матрицу нормативных затрат ПУ _{i} на реализацию МТХО _{ij} ($\|Z_{ij}\|$);
- матрицу потерь времени на организацию пересменок в ТХО _{i} ($\|\Delta\tau_{sm\ ik}\|$);
- матрицу средних времен операций транспортировки для i -й услуги в ОПС _{k} ($\|\tau_{tr\ ik}\|$);
- матрицу средних времен выполнения вспомогательных операций в ПУ _{i} для ОПС _{k} ($\|\tau_{vs\ ik}\|$);
- матрицу средних значений длительности обслуживания пользователей l -го типа на дому при реализации i -ой услуги ($\|\tau_{od\ kil}\|$);
- матрицу средних времен доставки уведомления или выдачи перевода на дому его получателю l -го типа в ОПС _{k} ($\|\tau_{d\ kil}\|$);
- матрицу затрат времен на организацию связи пользователя l -го типа с адресатом через ОПС _{k} ($\|\tau_{ikl}\|$);
- нормативные характеристики процента дохода ОПС _{k} от перечисления денег при доставке на дом (q_{dos});
- нормативный процент дохода ОПС _{k} от перечисления сумм C_i за вручение уведомления (q_{uv});
- нормативный процент дохода ОПС _{k} за пересылку перевода суммой C_i без дополнительных услуг клиентом l -го типа в ПУ _{i} (q_{oi});
- нормативный процент дохода ОПС _{k} от выплат пенсий (q_{pe});
- расписание выдачи пенсий l -го типа в ОПС _{k} (RASPEN _{kl});
- матрицу функций распределения расхода ресурсов ПУ _{i} общего пользования при выполнении МТХО _{ij} запросов пользователей l -го типа ($\|F_{ijl}(V_R)\|$);
- матрицу функций распределения расхода материалов при выполнении МТХО _{ij} запросов пользователей l -го типа ($\|F_{ijl}(\mu t)\|$);
- матрицу функций распределения длительности обслуживания запросов пользователей на МТХО _{ij} в k -м ОПС ($\|F_{ijk}(\tau_{obs})\|$).

В качестве управляемых параметров, модифицирующих поведение пользователей на входе ОПС_к, используется матрица распределений длительностей между поступлениями запросов пользователей l -го типа на ПУ_і в ОПС_к $X_{pнк} = \|F_{МПТii}(\tau)\|$. Таким образом, с помощью $\{RASP_{tij}\}$ и $X_{pнк}$ регулируется интенсивность поступления запросов l -го типа пользователей на ПУ_і (λ_{ij}).

Управление режимами ТППУ в ОПС_к осуществляется с помощью графа структуры ТППУ (GR_{ski}), который задается следующими параметрами:

- о матрицей связей между $\{OUC_{ij}\}$ и $\{MTXO_{ij}\}$ по управлению $\|SPU\|$;

- о матрицей связей $\{MTXO_{ij}\}$ и $\{OUC_{ij}\}$ по информации $\|SPI\|$;

- о суммарным объемом ресурсов общего пользования, выделенных в распоряжение ПУ i -го типа в каждом ОПС ($V_{\Sigma ik}$);

- о суммарным суточным размером материалов, расходуемых при реализации ПУ_і в ОПС_к при обслуживании запросов пользователей ($\mu_{\Sigma ik}$).

В ходе имитации k -го варианта ТППУ фиксируется вектор статистик имитации $\{STIM_k\}$ и множество состояний процессов $\{SO_{fikij}\}$.

Компонентами $STIM_k$, фиксируемыми в моменты t_0 (изменяются с шагом Δt_0), являются:

- о ежедневные значения среднего времени обслуживания l -го запроса на i -ю услугу ($\tau_{жит}$);

- о ежедневный средний доход от реализации запросов всех пользователей на ПУ_і (Q_{oit});

- о общее число запросов пользователей l -го типа обслуженных ТХО_і за операционный день (n_{3it}).

Состояниями процессов $\{SO_{fikij}\}$ в те же фиксируемые моменты t_0 являются множества статистик имитации ТППУ_к: ($lt_{ij}(t)$, $\eta_{ij}(t)$, $po_{ij}(t)$); компонентами которых являются:

$lt_{ij}(t) = l_{оч\ ij}(t) \times t_{ож\ ij}(t)$ – потери запросов пользователей в очередях к МТХО_{іj} (средняя длина очереди требований, умноженная на среднее время ожидания запросов в очереди на момент времени t_0);

$\eta_{ij}(t)$ – среднее значение коэффициента использования МТХО_{іj} к моменту t_0 ;

$po_{ij}(t)$ – процент потерь времени запросов пользователей в ОУС_{іj}, определяемый из выражения:

$$po_{ij} = \frac{\sum_i \sum_j l t_{ij} \cdot n_{оасijl} \cdot 100}{n_{ijl} \cdot \tau_{оасij}}$$

где $\sum_i \sum_j l t_{ij}$ – среднее значение потерь времени запросов пользователей в очереди к ОУС_{іj};

n_{ijl} и $n_{оасijl}$ – общее число обслуженных и побывавших в очереди к ОУС_{іj} запросов пользователей l -го типа.

В качестве статистик верификации k -го варианта ИМ ТППУ ($STVER_k$) используется общее число запросов пользователей, обслуженных всеми ПУ_і за операционный день ($\sum_i \sum_j n_{ijl}$), и вектор, компонентами которого являются общее количество обслуженных

МТХО_{іj} запросов пользователей $\{n_{ijl}\}$.

Для проверки адекватности k -го варианта ИМ ТППУ реальной работе ОПС_к используются следующие множества статистик ($STADKV_k$):

- о вектор, компонентами которого являются коэффициенты использования МТХО_{іj} ($\{\eta_{ijt}\}$);

- о множество ежедневного размера выплат пенсий ($\sum P_{pe}$),

- о множество ежедневного размера пересылаемых сумм денег в ОПС_к ($\sum C_{ij}$).

Локальными откликами k -го варианта ИМ ТППУ являются:

- о пары значений $\{lt_{ijto}, \eta_{ijto}\}$, фиксируемые с заданным шагом их изменения времени (Δt_0);

- о матрица среднедневных значений длительностей обслуживания пользователей l -го типа в ОПС_к ($\|T_{ок\ ijto}\|$);

о матрица средних значений дохода ОПС_k от ПУ_i в моменты времени t_0 ($\|Q_{ok}^{ij}(t_0)\|$).

Наконец, интегральными откликами ИМ ТППУ являются средние значения $\{\overline{\eta_{kij}}, \overline{T_{okl}}, \overline{Q_{okl}}\}$ за время постановки имитационного эксперимента ИЭ Тиэ.

Кроме того, в ходе ИЭ k -х вариантов ТППУ фиксируются графики ежедневного изменения (ts) следующих откликов моделирования: доход ОПС_k (Q_{okts}), затраты на реализацию ПУ_i в ОПС_k (Z_{okts}), эффективность работы ОПС_k (E_{okts}), среднедневной размер выплат пенсий (Σ_{opkts}).

Целевой функцией имитационного моделирования и выбора вариантов организации ОПС_k выберем обобщенный вектор Y_{ok} , компонентами которого являются:

$$Y_{ok} = \{ \overline{\eta_{kij}}, \overline{T_{okij}}, \overline{Q_{okl}}, \overline{Z_{ok}}, \overline{E_{ok}} \}; i=1,7, j=1,10.$$

У вектора Y_{ok} часть компонентов требует максимизации их значений ($\overline{\eta_{kij}}, \overline{Q_{okl}}, \overline{E_{ok}}$), а для другой части компонентов необходима минимизация их значений ($\overline{T_{okij}}, \overline{Z_{ok}}$). Поэтому эти компоненты необходимо привести к одному типу (например, требуется только максимизация всех компонент путем вычисления обратных величин у $\overline{T_{okij}}$ и $\overline{Z_{ok}}$) и к одному масштабу (путем нормировки всех значений откликов вариантов ИМ ТППУ максимальным значением из всех вариантов, что позволит представить все компоненты Y_{ok} в виде относительных величин, изменяющихся на интервале $[0, 1]$).

Abstract

The approach to formalization of user's inquiries for the imitation modeling of the post service is offered.

Литература

1. Максимей И.В. Имитационное моделирование на ЭВМ. М.: Радио и связь, 1998 – 230 с.