

Технология постановки натуральных и имитационных экспериментов при анализе качества вариантов организации предоставления услуг почтовой связи

Г. А. ТЕРЕЩЕНКО

1. Введение

Предметом исследования являются варианты организации и предоставления услуг почтовой связи (УПС_i), которые характеризуются сложной динамикой развития во времени. Особенности реализации технологического процесса предоставления (ТПП) УПС являются: наличие иерархии подчиненности структурных подразделений почтовой связи, сложный и многофункциональный характер реализации УПС_i с помощью последовательности микро-технологических операций (МТХО_{ij}); невозможность проведения натурального эксперимента (НЭ) для анализа функционирования рабочих мест (РМ_k); отсутствие специальных средств регистрации характеристик запросов клиентов и качества их обслуживания. Перечисленные особенности объекта исследования определяют актуальность разработки средств и технологий анализа вариантов организации УПС_i. В силу сложности ТПП в почтовых отделениях связи (ОС) известные аналитические модели [1] нельзя применить, поскольку не выполняются предпосылки их применения. Поэтому выходом из создавшегося положения является использования имитации. Но имитация представляет собой весьма ресурсоемкую процедуру, требующую разработки средств автоматизации имитационного эксперимента (ИЭ) [2]

2. Формализация технологических процессов предоставления услуг почтовой связи

Почтовая связь традиционно оказывает более 40 видов УПС_i. Однако структурообразующими являются только некоторые из них. Для каждой группы УПС_i задаются значения множества параметров МТХО_{ij}, часть которых определяет технологические требования на реализацию МТХО_{ij}. Другая часть характеристик УПС_i является общей для выполнения МТХО_{ij}. В своей совокупности описание общих характеристик МТХО_{ij} составляет рабочую нагрузку (РН_i) на УПС_i. Сюда входят: матрицы функций вероятностей распределения переменных моделирования $\|MF_{1i}(g)\|$, определяющих структуру запросов клиентов, и ежедневные расписания поступления запросов клиентов в ОС (РАСП_i). Необходимо также задавать множество характеристик состава и структуры технологии обслуживания клиентов на РМ_k в службах при выполнении УПС. Сюда входят: расписание выполнения МТХО_{ij} в ОС (РАСПХ_{ij}), матрицы, элементами которых являются функции распределения затрат на реализацию МТХО_{ij} $\|MF_{2ij}(z)\|$, матрицы средних времен выполнения МТХО_{ij} $\|MF_{3ij}(\tau)\|$. В качестве управляемых параметров, характеризующих поведение клиентов отделений почтовой связи, используются матрицы, элементами которых являются функции распределения длительностей интервалов между соседними поступлениями запросов клиентов на УПС_i $\|MF_{4i}(\tau)\|$. Эти характеристики позволяют моделировать запросы клиентов на УПС_i с требуемой интенсивностью их поступления (λ_i). Режим управления имитацией ТПП УПС_i в каждом ОС описываются с помощью графа GR₁, отображающего структуру ТПП в ОС. Для этой цели задаются матрицы связи между МТХО_{ij} (МСВ_{ij}), состав ресурсов ОС {РЕС_i}, обеспечивающих выполнение МТХО_{ij}.

В ходе имитации ТПП УПС_i с постоянным шагом изменения модельного времени Δt_0

фиксируются значения компонент вектора статистик имитации $\{\text{СТИМ}(t_0)\}$ и множество состояний процессов $\{\text{СОС}(t_0)\}$. В качестве статистик верификации ИМ вариантов ТПП УПС_i используются: общее число запросов пользователей каждого типа (n_{0i}), обслуженных УПС_i; среднесуточные значения компонент вектора доходов от реализации УПС_i (\bar{Q}_{0i}); среднесуточные значения коэффициентов использования всех МТХО_{ij} в составе УПС_i ($\bar{\eta}_{0i}$). Интегральными откликами имитации вариантов организации ТПП УПС_i являются среднесуточные значения компонент вектора:

$$Y_{0i} = (\bar{\eta}_{0i}, \bar{Q}_{0i}, \bar{T}_i, \bar{z}_i), \quad (1)$$

где $\bar{\eta}_{0i}$ – коэффициент загрузки всех МТХО_{ij} в составе УПС_i;

\bar{Q}_{0i} – доход администрации ОС от предоставления УПС_i;

\bar{T}_i – длительности выполнения УПС_i запросов клиентов;

\bar{z}_i – затраты ОС на реализацию ТПП УПС_i.

3. Методика постановки натуральных экспериментов в отделениях почтовой связи

Натурные эксперименты имеют целью определить значение исходной информации для «запитки» ИМ ТПП УПС_i $\{G_{PHi}\}$ и $\{G_{TXi}\}$, $\{X_{PHi}\}$, $\{X_{TXi}\}$. Кроме того, для проверки адекватности ИМ ТПП УПС_i реальной технологии оказания почтовых услуг необходимо замерить в ходе НЭ характеристики: реальной загрузки операционных мест обслуживания клиентов (η_{onkl}^*), величины дохода ОС_k (C_{0i}^*) от предоставления клиентам всех УПС_i ($i = \bar{1}, \bar{6}$); среднего времени обслуживания в ОС запросов клиентов l -го типа (τ_{0il}^*). Технология постановки НЭ на ОС_k предусматривала обработку информации из четырех источников.

Во-первых, это обработка нормативной документации, которая содержит информацию о расписании работы ОС и перевозки почты, сроках формирования заказов на подписные издания, штатном расписании и функциональных обязанностях обслуживающего персонала ОС. Анализ этой информации позволяет установить для УПС_i следующие группы переменных моделирования: расписание работы ОС_k ($RESGEN_i$); нормативные затраты ОС_k по каждой УПС_i ($ZATRAT_i$); нормативные проценты дохода ОС_k от выполнения УПС_i ($NORMAT_i$), пересылки запросов клиентов ($DLPER_i$), длительности транспортировки корреспонденции ($MATRAN$) для различных сочетаний адресов отправителей и получателей. Эта информация является постоянной и используется для задания фактических значений компонент множеств $\{G_{PHi}\}$ и $\{X_{TXi}\}$.

Во-вторых, обработка отчетности ОС_k позволяет получить по каждой УПС_i информацию об интегральных значениях откликов реализации УПС_i ($INTOKL_i$), суммарных доходах ОС_k от реализации УПС_i клиентам ($DOCHSUM_i$), а также оценить реальную нагрузку на отделение связи.

В-третьих, осуществляется обработка статистики наблюдений за поведением клиентов и обслуживающего персонала ОС_k, которая велась в течение месяца. С помощью хронометража поступления запросов клиентов УПС_i и технологических операций фиксируются значение длительностей интервалов между соседними поступлениями запросов ($INTERV_i$), длительности случайной составляющей в общей операции обслуживания заказов клиентов ($DLITSL$), матрица интенсивности обмена корреспонденцией ($MATRAD_j$), множество характеристик загрузки рабочих мест ($ZAGRU_{ij}$). Эта информация используется для задания G_{TXi} , X_{PHi} и верификации ИМ УПС_i по критериям загрузки PM_k .

В-четвертых, обрабатывается информация, фиксируемая почтово-кассовыми терминалами. Анализ информации, полученной с установленных на рабочих местах почтово-кассовых терминалов, являющихся специальными компьютерными системами и содержащих

информацию обо всех проведенных в течение дня операциях, позволяет получить сведения о векторах вероятностей типов выписываемых изданий (P_{RElj}), принимаемых денежных переводов ($P_{перlj}$), платежей ($P_{нлj}$), потребностей в знаках почтовой оплаты ($P_{зnoj}$) и товарах народного потребления ($P_{минlj}$), выплачиваемых пенсий ($P_{нclj}$), вероятности доставки на дом пенсий ($P_{домj}$). Этой информации достаточно для задания структуры запросов клиентов на входе ОС и оценки адекватности моделей УПС_i по интегральным откликам имитации.

Для оценки степени верификации ИМ УПС_i реальной ситуации и проверки адекватности ИМ УПС_i по результатам хронометража вычисляются статистики суммарной загрузки $PM_k \left(\sum_i \eta_{ik}^* \right)$ и средние значения характеристик реактивности ОС_k на запросы клиентов $\left(\bar{\tau}_{ik} \right)$.

4. Методика анализа влияния характеристик заказов и поведения клиентов отделений почтовой связи на качество организации ТПП УПС_i

На отклики $\tau_{обli}$, определяющие качество обслуживания клиентов ОС, не влияют ни компоненты вектора параметров X_{PHi} , ни множества переменных G_{PHi} . Они зависят от значений вектора параметров МТХО_{ij} ($X_{ТХi}$) и от множества переменных технологии организации ТПП УПС_i $G_{ТХi}$. Параметры X_{PHi} могут влиять в основном на статистики имитации $\bar{\eta}_y$ и LT_y .

На отклики \bar{Q}_i также не должны оказывать влияния параметры X_{PHi} . Поэтому можно предположить, что на величину дохода ОС $\{Q_i\}$ существенным образом влияют функции распределения стоимостей заказов клиентов $F_{lki}(C)$ и значения компонент матрицы вероятностей типов заказов клиентов $\|P_{lki}\|$. На основании вышеизложенного в качестве варьируемых переменных будем использовать множества $\{X_{PHki}\}$, $\{F_{lki}(C)\}$, $\{\|P_{lki}\|\}$. Контролируемыми откликами в данном исследовании будут множества: $\{\eta_{ij}\}$, $\{LT_{ij}\}$ и $\{Q_i\}$.

Предполагается, что типы заказов меняются на 5 уровнях. Срединной точкой этой матрицы являются те значения вероятностей типов клиентов, которые были определены в ходе натуральных экспериментов в ОС_k. Определяющий фактор P_{1ik} и наименее важный фактор P_{4ki} меняются синхронно.

Тип функции распределения $\|F_{lki}(C)\|$ предполагается менять следующим образом:

- для типа 1 $F_{1ki}(C)$ представляет собой константу, равную математическому ожиданию (M_{ci}), определенному в ходе НЭ;
- тип 1 $F_{2ki}(C)$ имеет равномерное распределение в диапазоне значений $[0,5M_{ci}, 1,5M_{ci}]$;
- для типа 3 $F_{3ki}(C)$ реальное распределение задается табличным образом в том же диапазоне значений при M_{ci} ;
- тип 4 $F_{4ki}(C)$ имеет нормальное распределение с параметрами M_{ci} и $S^2=0,5 M_{ci}$;
- для типа 5 $F_{5ki}(C)$ представляет собой экспоненту с тем же M_{ci} . Аналогичным образом задавались функции распределения длительностей интервалов между соседними запросами клиентов $F_{МПi}(\tau)$:

- постоянная интенсивность $\lambda_i=1/\tau_i$ (тип 1);
- равномерное распределение в диапазоне $[0,5\lambda_i, 1,5\lambda_i]$ (тип 2);
- табличное распределение с $M\lambda_i=1/\tau_i$ (тип 3);
- нормальное распределение с параметрами ($M_x=\lambda_i, S^2=0,5\lambda_i$) (тип 4);
- экспоненциальное распределение с $M_x=\lambda_i$ (тип 5).

План ИЭ составляется следующим образом. В серии ИЭ №1 менялась матрица типов клиентов $\|P_{lki}\|$, а остальные факторы имели значения, соответствующие результатам НЭ. В серии ИЭ №2 менялся фактор «тип распределений» $F_{МПi}(\tau)$ на пяти уровнях (от постоянной интенсивности до экспоненты) при реальных значениях факторов в области срединной точки их изменений. В серии ИЭ №3 последовательно для всех функций распределения стоимостных характеристик запросов клиентов на УПС_i $F_{lki}(C)$ изменялся тип распределений (l) на пяти уровнях (от константы до экспоненты).

В соответствии с планом ИЭ проводятся серии экспериментов с ИМ ТПП УПС_i, в ходе которых фиксировались множества откликов $\{\bar{\eta}_{ij}\}$, $\{LT_{ij}\}$ и $\{Q_i\}$, ($i = \overline{1,6}$). По результатам ИЭ формируются графики изменения откликов от факторов:

$$\bar{\eta}_{ij} = \Phi_1(\|P_{lki}\|, F_{omlki}(\tau), F_{lki}(C)); \quad (2)$$

$$\overline{LT}_{ij} = \Phi_2(\|P_{lki}\|, F_{omlki}(\tau), F_{lki}(C)); \quad (3)$$

$$\bar{Q}_{ij} = \Phi_3(\|P_{lki}\|, F_{omlki}(\tau), F_{lki}(C)). \quad (4)$$

Анализ динамики изменения откликов при варьировании факторов на 5 уровнях их представления проводится поочередно на основании одного из графиков (2), (3), (4). Вначале устанавливается значимость влияния фактора «тип заказов клиентов». Затем определяются тенденции изменения откликов в случае отклонения факторов от их значений, зафиксированных в ходе ИЭ.

Abstract

The author considers a technology of the arrangement of natural and imitating experiments at the analysis of the quality of variants of the organization of granting services of the post communication.

Литература

1. Жогаль С. И., Максимей И. В. Задачи и модели исследования операций. Уч. пособие. Гомель: БелГУТ, 1999. – 124с.
2. Максимей И. В. Имитационное моделирование на ЭВМ.-М.: Радио и связь, 1988. – 232 с.

Белорусский государственный
университет транспорта

Поступило 12.04.04