

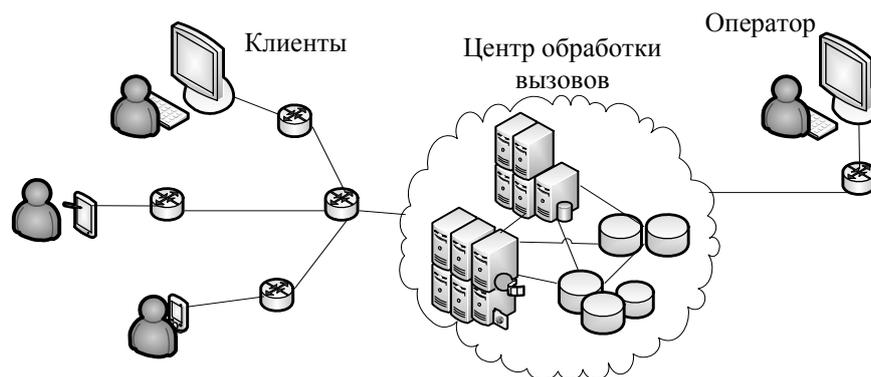
А. И. ВОРОБЬЁВ, М. О. КОЛБАНЁВ, Т. М. ТАТАРНИКОВА

ОЦЕНКА ВЕРОЯТНОСТНО-ВРЕМЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОЦЕССА ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННО-СПРАВОЧНЫХ УСЛУГ

Предлагаются методы определения количества операторов центра обработки вызовов с учетом вероятностно-временных характеристик процесса предоставления информационно-справочных услуг.

Ключевые слова: сервисная деятельность, услуга, клиент, качество обслуживания, центр обработки вызовов, вероятность своевременного предоставления услуги.

Любую деятельность человека сопровождает информационное взаимодействие [1, 2]. Если рассматривать одного из субъектов информационного взаимодействия как клиента, получающего услугу, а другого — как оператора, предоставляющего услугу, то модель информационного взаимодействия, предложенная в работе [1], может быть представлена в виде схемы, приведенной на рисунке.



Существуют услуги, требующие личного контакта клиента и оператора и не требующие такового. Тем не менее, даже если речь идет о первом варианте, то отдельные этапы процесса предоставления услуги могут выполняться дистанционно с помощью информационно-коммуникационных сетей и систем [3]. Именно поэтому для организации сервисной деятельности на техническом уровне все чаще создаются центры обработки вызовов (ЦОВ), являющиеся неотъемлемой частью любого бизнеса, имеющего активный контакт с клиентами. Примером могут служить предприятия, оказывающие банковские, информационно-коммуникационные или страховые услуги [4—8].

Технология, используемая данными центрами, является типичной информационной технологией сервисной деятельности наряду с системами бронирования, биллингом и рядом других [9—11].

Основная задача такой информационной службы — это оперативное предоставление клиентам информации, вне зависимости от их местонахождения [4, 12—15]. С технологической точки зрения, создание ЦОВ базируется на одном из двух принципов:

— использование услуги FREEPHONE интеллектуальной сети с единым федеральным номером 800-й серии, связывающей территориально-распределенных клиентов с мощной центральной телефонной станцией, которая оптимальным образом распределяет поступающие вызовы между операторами [16];

— использование технологий сети Интернет для создания территориально-распределенных ЦОВ, что позволяет упростить задачи масштабирования центра, изменения его функциональности и уменьшения затрат на поддержку голосового трафика.

Использование Интернет-технологий [5], кроме того, позволяет выбирать место расположения ЦОВ независимо от местонахождения предприятия сервиса и центров телефонной сети, использовать преимущества объединения трех типов трафика — телефонного, данных и видеоинформации — в одной сети, сократить время внедрения новых приложений и услуг и др.

При создании ЦОВ возможны и комбинированные решения, использующие преимущества как телефонной сети, так и сети Интернет. Однако во всех случаях главным звеном центра обработки вызовов остаются операторы, т.е. люди, способные реализовать такие алгоритмы информационного взаимодействия, которые не могут быть реализованы в автоматическом режиме. Только человек, владеющий современными информационно-коммуникационными технологиями, способен обеспечить дистанционное информационное взаимодействие с клиентом и на идеальном (смысловом), и на материальном метауровнях. Не удивительно поэтому, что 60—80 % материальных затрат ЦОВ приходится на обучение и содержание персонала.

Качество обслуживания клиентов зависит от количества операторов, задействованных при функционировании ЦОВ. Качество обслуживания оценивается вероятностью того, что ответ на произвольный вызов будет получен в течение заданного (допустимого) времени [7, 9]. Эту характеристику называют также вероятностью своевременного предоставления информационной услуги. В общем случае эта вероятность определяется выражением

$$P_{\text{усл}} = \int_0^{\infty} \varphi_{\text{д}}(x) dT(x), \quad (1)$$

где $T(x)$ — функция распределения (ФР) времени ожидания начала обслуживания, $\varphi_{\text{д}}(x)$ — функция распределения допустимого времени ожидания.

Среди множества проблем, связанных с организацией работы операторов ЦОВ, остановимся на двух. Первая связана с определением количества операторов, которые должны принимать вызовы клиентов в каждый момент работы центра, вторая — с определением общего минимального количества операторов, которые должны быть задействованы в течение суток с учетом ограниченного рабочего времени (рабочей смены) одного оператора и неравномерного распределения вызовов по часам.

Первая проблема может быть решена методами теории массового обслуживания исходя из заданной величины вероятности $P_{\text{усл}}$. В работе [10] приведен обзор различных моделей, используемых для этих целей, и предлагается использовать модель ЦОВ, построенную при следующих предположениях:

- входной поток запросов является марковским (МАР-поток);
- обслуживание вызовов осуществляется конечным числом N операторов, причем распределение времени обслуживания является фазовым, что позволяет с любой точностью аппроксимировать произвольное распределение;
- в случае занятости всех операторов в момент поступления вызова клиенту сообщается его номер в очереди, ориентировочное время ожидания и, таким образом, „предлагается“ принять решение, ожидать или не ожидать обслуживания; буфер имеет конечный размер; также когда терпение клиента иссякло, он может покинуть систему.

В работе [10] для системы МАР получено преобразование Лапласа — Стилтеса (ПЛС) времени ожидания клиентом начала обслуживания. Результаты исследования функции распределения времени „терпеливости“ абонентов телефонных сетей приведены в работе [16].

При нормировании вероятности $P_{\text{усл}}$ ограничением на время предоставления услуги функцию $\varphi_{\text{д}}(x)$ можно представить в виде обобщенного распределения Эрланга [17], т.е.

$$\varphi(x) = 1 - \sum_{r=1}^n \eta_r e^{-k_r \gamma_r x} \sum_{i=0}^{k_r-1} \frac{(k_r \gamma_r x)^i}{i!}; \quad \sum_{r=1}^n \eta_r = 1; \quad \frac{1}{\gamma} = \sum_{r=1}^n \eta_r / \gamma_r, \quad (2)$$

где $1/\gamma$ – среднее допустимое время ожидания предоставления услуги.

Путем соответствующего выбора значений параметров n , η_r , k_r и γ_r функцией (2) можно достаточно точно аппроксимировать любую реальную ФР допустимого времени ожидания начала обслуживания. Так, например, при $n = 1$ и $k_r \rightarrow \infty$ функция (2) стремится к постоянному ограничению, а при $n = 1$ и $k_r = 1$ является экспоненциальным распределением.

Подставив выражение (2) в формулу (1), после ряда преобразований получим

$$P_{\text{усл}} = 1 - \sum_{r=1}^n \eta_r \sum_{i=0}^{k_r-1} (-1)^i \frac{s_0^i}{i!} t^{(i)}(s_0), \quad (3)$$

где $s_0 = k_r \gamma_r$; $t^{(i)}(s_0)$ — i -я производная ПЛС функции распределения времени ожидания начала обслуживания в точке s_0 .

С учетом полученного результата, позволяющего при известном ПЛС ФР времени ожидания начала обслуживания определить минимальное количество операторов, при котором вероятность $P_{\text{усл}}$ удовлетворяет заданным требованиям, общее минимальное количество операторов для обслуживания вызовов в течение суток (F_c) определим следующим образом.

Пусть K — количество временных интервалов в пределах суток, каждый из которых характеризуется интенсивностью поступления вызовов от клиентов ЦОВ; L_g — минимальное количество операторов, которые должны обслуживать поступающие вызовы в течение временного интервала $g = \overline{1, K}$ для обеспечения заданного качества обслуживания; X_g — количество операторов, которые приступают к работе в начале g -го интервала; q — количество интервалов, составляющих продолжительность рабочего дня одного оператора. Тогда целевая функция имеет следующий вид:

$$F_c = \sum_{g=1}^K X_g \rightarrow \min.$$

Очевидно, что при равных временных интервалах, соответствующих колебаниям поступающего трафика, для поддержания требуемого качества обслуживания должны выполняться следующие ограничения:

$$\sum_{j=g-q}^g X_j \geq L_g, \quad g = \overline{1, K}. \quad (4)$$

При вычислениях по формуле (4) необходимо учитывать, что операторы, работающие в ночные часы, могут начинать смену в предыдущие сутки.

Решение рассмотренной задачи линейного программирования дает оценку снизу для количества операторов центра обработки вызовов. Очевидно, что полученная модель может быть уточнена с учетом разной производительности и оплаты труда работников, многоуровневой системы обслуживания (например, оператор — супервайзер — менеджер), требований КЗОТ, коллективного договора с администрацией и других факторов, влияющих на условия труда персонала.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Советов Б. Я., Колбанёв М. О., Татарникова Т. М. Двухуровневая модель информационного взаимодействия // Материалы VIII Санкт-Петербург. межрегион. конф. „Информационная безопасность регионов России“, 23—25 окт. 2013 г. СПб: СПОИСУ, 2013. С. 184—185.
2. Советов Б. Я., Колбанёв М. О., Татарникова Т. М. Технологии инфокоммуникации и их роль в обеспечении информационной безопасности // Геополитика и безопасность. 2014. № 1(25). С. 69—77.

3. Кожанов Ю. Ф., Колбанев М. О. Технология инфокоммуникации. Курск: НАУКОМ, 2011.
4. Левкин И. М. Комплексная обработка информации. СПб: ВКА им. А.Ф. Можайского, 2011.
5. The Modern Call Centers: A Multi-Disciplinary Perspective on Operations Management Research / O. Z. Akşin, M. Armony, V. Mehrotra // Working Paper, Koç University, Istanbul, Turkey, 2007.
6. Tatarnikova T., Kolbanev M. Statement of a task corporate information networks interface centers structural synthesis // IEEE EUROCON-2009. St. Petersburg, 2009. С. 1883—1887.
7. Колбанев М. О., Татарникова Т. М., Воробьев А. И. Модель обработки клиентских запросов // Телекоммуникации. 2013. № 9. С. 42—48.
8. Кожанов Ю. Ф., Колбанев М. О. Интерфейсы и протоколы следующего поколения. СПб: СПбГУАП, 2010.
9. Богатырев В. А., Голубев И. Ю. Оптимальная диспетчеризация в распределенных вычислительных системах с объединением узлов в кластеры // Вестник компьютерных и информационных технологий. 2013. № 8 (110). С. 36—40.
10. Дудин С. А., Дудина О. С. Модель функционирования колл-центра как система MAP/PN/N/R—N с нетерпеливыми запросами // Проблемы передачи информации. 2011. № 47:4. С. 68—83.
11. Татарникова Т. М. К расчету основных характеристик шлюза распределенных сетей // Тр. учебных заведений связи. 2000. № 166. С. 62—68.
12. Виссарионов В. С., Газетдинова С. Г., Головкин Ю. Б., Ярцев Р. А. Об алгоритме контроля простого элементарного процесса / Деп. в ВИНТИ. 24.05.06, № 703-В2006.
13. Колбанев М. О., Татарникова Т. М. Анализ проблемы согласования неоднородных сетей // Тр. учебных заведений связи. 2006. № 175. С. 57—66.
14. Богатырев В. А. К оценке эффективности динамического распределения запросов в отказоустойчивых управляющих вычислительных системах // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2002. № 9. С. 10—12.
15. Воробьев А. И., Татарникова Т. М., Применение генетического алгоритма для решения задачи обеспечения отказоустойчивости вычислительного кластера // Межвуз. сб. науч. тр.: Управление, экономика, транспорт, право. 2011. № 1(9). С. 3—9.
16. Колбанев М. О., Яковлев С. А. Модели и методы оценки характеристик обработки информации в интеллектуальных сетях связи. СПб: СПбГУ, 2002.
17. Советов Б. Я., Колбанев М. О., Татарникова Т. М. Оценка вероятности эрланговского старения информации // Информационно-управляющие системы. 2013. № 6. С. 25—28.

Сведения об авторах

Андрей Игоревич Воробьев

— канд. техн. наук; Санкт-Петербургский государственный экономический университет, кафедра прикладных информационных технологий; E-mail: vorobiov_a@inbox.ru

Михаил Олегович Колбанев

— д-р техн. наук, профессор; Санкт-Петербургский государственный экономический университет, кафедра прикладных информационных технологий; E-mail: mokolbanev@mail.ru

Татьяна Михайловна Татарникова

— д-р техн. наук, профессор; Санкт-Петербургский государственный экономический университет, кафедра прикладных информационных технологий; E-mail: tm-tatarn@yandex.ru

Рекомендована кафедрой
прикладных информационных
технологий

Поступила в редакцию
28.04.14 г.