

УДК 004.051

## Подход к выбору варианта организации работы сервисного центра

*Рыбин Д.А., студент  
Россия, 105005, г. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана,  
Кафедра «Автоматизированные системы обработки информации и управления»*

*Научный руководитель: Постников В.М., к.т.н., доцент  
Россия, 105005, г. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана  
[chernen@bmstu.ru](mailto:chernen@bmstu.ru)*

В настоящее время большое распространение получили различные сервисные центры по обслуживанию запросов клиентов с целью своевременного и качественного удовлетворения их потребностей. К числу таких сервисных центров следует отнести следующие: контакт-центры [1-3], центры полиграфического обслуживания [4, 5], центры компьютерного обслуживания [6] и т.д.

С учетом бурного развития средств вычислительной техники наиболее широкое распространение получили сервисные центры, предназначенные для проведения профилактического обслуживания и ремонта компьютерного оборудования, в частности серверов, персональных компьютеров, маршрутизаторов, коммутаторов, беспроводных точек доступа и т.д.

Для оценки качества функционирования подобных сервисных центров, определения их конкурентоспособности и направлений дальнейшего стратегического развития обычно используют аналитические методы, и в первую очередь методы теории массового обслуживания. Эти методы учитывают вероятностный характер организационных и технологических процессов, протекающих в сервисных центрах, и позволяют:

- наиболее удобно и корректно формализовать работу этих центров;
- представить функционирование сервисного центра в виде многофазной, многоканальной системы массового обслуживания (СМО) с очередями и обслуживающими аппаратами;
- определить временные и загрузочные характеристики функционирования сервисного центра, а также отдельных компонент, входящих в его состав.

Однако, как показывает практика, на современном уровне развития сервисных центров следует учитывать не только временные характеристики работы сервисных центров, но и экономические показатели их работы [7].

В связи с этим возникает задача комплексной оценки эффективности функционирования сервисных центров с учетом как технических, так и экономических показателей работы этих центров.

Для общей оценки эффективности функционирования сервисного центра по ремонту и обслуживанию компьютерного оборудования с учетом работ [4-7] предложен комплексный критерий, учитывающий как технические, так и экономические показатели функционирования сервисного центра.

Комплексный критерий эффективности работы сервисного центра имеет вид:

$$\mathcal{E}_l = \min_j \mathcal{E}_j = \min_j (E_j \cdot T_j) \quad (1)$$

Где  $\mathcal{E}_j$  – комплексный критерий эффективности работы сервисного центра при j-ой организации его работы, учитывающий затраты сервисного центра  $E_j$  на организацию работ и среднее время пребывания клиента в центре  $T_j$ .

Критерий минимизации затрат сервисного центра имеет вид

$$E_l = \min_j E_j = \min_j (n_{ij} \cdot S_{ij} + S_j Q_j) \quad (2)$$

Где  $E_j$  и  $E_l$  – соответственно стоимость затрат сервисного центра, при j-ой и l-ой организации работы центра, приходящихся на 1 час работы (у.е./час)

$l$  – наилучший вариант организации работы сервисного центра

$S_{ij}$  – заработная плата i-того сотрудника при j-ой организации работы центра за 1 час работы (у.е./час)

$n_{ij}$  – количество сотрудников i-го типа, принимающих участие при j-ой организации работы центра

$S_j$  – потери сервисного центра при j-ой организации работы центра из-за пребывания клиента в очереди в течение часа. (у.е./час\*клиент)

$Q_j$  – среднее количество клиентов в очереди при j-ой организации работы центра

Критерий минимизации среднего времени пребывания клиента в сервисном центре для выполнения его заявки имеет вид:

$$T_l = \min_j T_j \quad (3)$$

Где  $T_j$  и  $T_l$  – соответственно среднее время пребывания клиента в сервисном центре, при  $j$ -ой и  $l$ -ой организации работы центра (час)

Для оценки значений  $Q_j$  и  $T_j$ , соответственно входящих в выражения (2) и (3), используем методы теории массового обслуживания. Согласно [8-10] формализуем работу сервисного центра в виде однофазной многоканальной СМО.

На вход СМО поступает поток заявок, соответствующий потоку клиентов в сервисный центр. Обслуживание заявок в СМО соответствует обслуживанию компьютерного оборудования специалистами сервисного центра. Количество обслуживающих аппаратов в СМО соответствует количеству специалистов, занятых ремонтом и обслуживанием компьютерного оборудования.

Для простоты анализа с учетом рекомендаций [8-10] работу сервисного центра можно представить в виде СМО М/М/С, для которой известны аналитические выражения оценки характеристик ее функционирования. Однако на практике, как правило, в сервисном центре работает не более трех-пяти специалистов, примерно одинакового уровня квалификации, которые выполняют широкий спектр производственных работ. Поэтому формулы СМО, используемые для анализа работы сервисного центра, несколько упрощаются и принимают следующий вид.

Загрузка обслуживающего аппарата  $\rho_j$ , имитирующего работу специалиста сервисного центра при  $j$ -ой организации работы, определяется по формуле:

$$\rho_j = \lambda_j / (n_j \cdot \mu_j) \quad (4)$$

Где  $\lambda_j$  – интенсивность входного потока заявок в СМО, соответствующая потоку заявок клиентов, поступающих в сервисный центр при  $j$ -ой организации его работы

$\mu_j$  – интенсивность обслуживания заявок в СМО, соответствующая интенсивности обслуживания запросов клиентов специалистом сервисного центра при  $j$ -организации работы центра

$n_j$  – количество обслуживающих аппаратов, соответствующих количеству специалистов сервисного центра при  $j$ -ой организации его работы.

Среднее количество клиентов, находящихся в очереди на обслуживании в сервисном центре, определяется по формуле:

$$Q_j = \frac{n_j \cdot \rho_j^{n_j+1}}{1 - \rho_j^{n_j+1}} \quad (5)$$

Среднее количество клиентов, находящихся в сервисном центре (в очереди и на обслуживании) при  $j$ -ой организации работы центра, определяется по формуле:

$$L_j = Q_j + n_j \rho_j \quad (6)$$

Среднее время нахождения клиентов в очереди на обслуживание, т.е. среднее время ожидания клиентом начала обслуживания при  $j$ -ой организации работы центра, определяется по формуле:

$$W_j = Q_j / \lambda_j \quad (7)$$

Среднее время пребывания клиентов в сервисном центре, при  $j$ -ой организации работы центра, определяется по формуле:

$$T_j = L_j / \lambda_j \quad (8)$$

Рассмотрим пример, иллюстрирующий возможности использования предложенного подхода для оценки эффективности работы сервисного центра и выбора наилучшего варианта организации его работы из рассматриваемого числа вариантов.

Считаем, что интенсивность прихода клиентов в мастерскую  $\lambda = 2$  клиента в час. Убытки мастерской от нахождения клиента в очереди составляют  $S = 15$  усл. ед. в час. Известно, что интенсивность обслуживания клиентов специалистом первого класса составляет  $\mu_1 = 3$  клиента в час, а заработная плата специалиста первого класса составляет  $S_1 = 6$  усл. ед. в час, интенсивность обслуживания клиентов специалистом второго класса составляет  $\mu_2 = 4$  клиента в час, а заработная плата специалиста  $S_2 = 10$  усл. ед. в час.

Сформированы следующие варианты организации работы сервисного центра, среди которых следует выбрать наилучший вариант.

Вариант 1 – включает одного специалиста первого класса;

Вариант 2 – включает двух специалистов первого класса;

Вариант 3 – включает трех специалистов первого класса;

Вариант 4 – включает одного специалиста второго класса;

Вариант 5 – включает двух специалистов второго класса.

Характеристики работы сервисного центра, соответствующие указанным вариантам организации его работы, и рассчитанные по формулам (3-7) приведены в табл. 1.

Таблица 1

Параметр работы сервисного центра	Варианты организации работы сервисного центра				
	1	2	3	4	5
Коэффициент загрузки сотрудника центра, $\rho$	0,667	0,333	0,222	0,5	0,25
Число клиентов в очереди, Q	1,333	0,083	0,0074	0,5	0,0333
Число клиентов в сервисном центре, L	2	0,746	0,674	1	0,533
Среднее время нахождения клиента в очереди, W (час)	0,667	0,0415	0,0037	0,25	0,0166
Среднее время пребывания клиента в сервисном центре, T (час)	1	0,375	0,337	0,5	0,2666

Сравнительный анализ вариантов организации работы сервисного центра по критериям: среднее время пребывания клиентов в центре, затраты сервисного центра на организацию работы и комплексная эффективность работы центра приведен в табл. 2.

Таблица 2

Критерий сравнения вариантов (ранг, место варианта)	Варианты организации работы сервисного центра				
	1	2	3	4	5
T – среднее время пребывания клиента в центре (час)	1	0,375	0,337	0,5	0,2666
Ранг варианта по критерию T	5	3	2	4	1
E – затраты на организацию варианта работы центра, (у.е./час)	26	13,25	18,11	17,5	20,5
Ранг варианта по критерию E	5	1	3	2	4
Э - комплексный критерий эффективности работы центра, (у.е.)	26	4,9687	6,1030	8,75	5,4653
Ранг варианта по критерию Э	5	1	3	4	2
Сумма рангов, сравниваемых вариантов по трем критериям	15	5	8	10	7

Из табл. 2 следует, что второй вариант организации работы сервисного центра является наилучшим не только по комплексному критерию эффективности, но и по сумме рангов критериев, определяемых по методу Бордо, когда за первое место дают 1 балл, за второе место 2 балла и т. д.

Результаты проведенных расчетов в виде графиков приведены на рис 1-3.

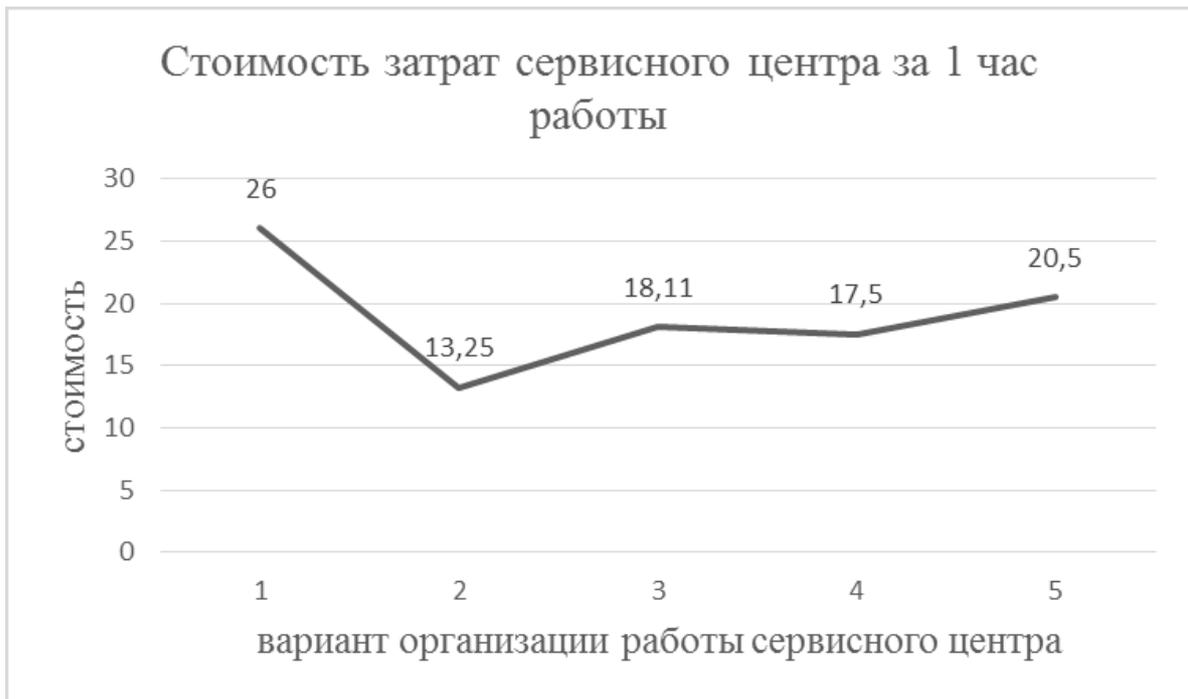


Рис. 1. Стоимость затрат сервисного центра за 1 час работы

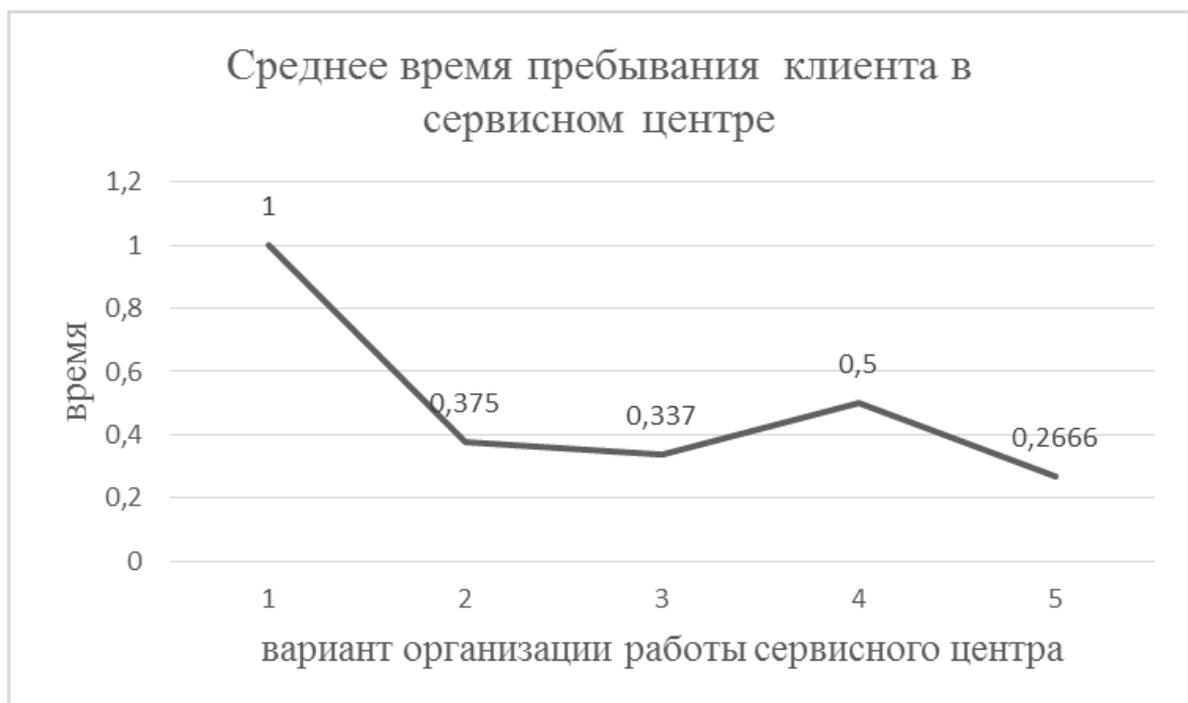


Рис. 2. Среднее время пребывания клиента в сервисном центре

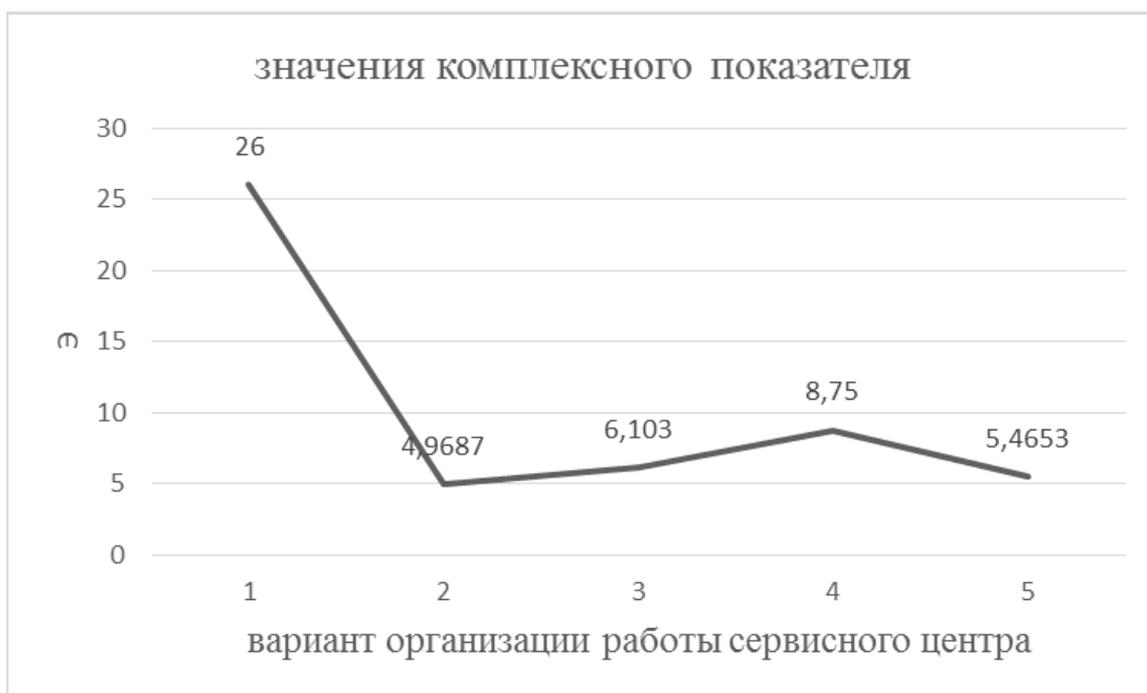


Рис. 3. Значение комплексного показателя

#### Выводы:

1. Предложен комплексный критерий оценки эффективности функционирования сервисного центра по обслуживанию запросов клиентов на проведение профилактических и ремонтных работ компьютерного оборудования. Комплексный критерий учитывает, как технические, так и экономические показатели работы центра.

2. Проведена формализация работы сервисного центра и показано, что работу сервисного центра можно описать с помощью многофазной системы массового обслуживания типа М/М/п. Предложены простые аналитические выражения для оценки характеристик функционирования рассматриваемой СМО.

3. Приведен пример, иллюстрирующий возможность использования предложенного подхода для сравнительного анализа вариантов организации работы сервисного центра и выбора среди них наилучшего варианта.

#### Список литературы

1. Брендан Р. Как нам обустроить Call-центр. // Сети и системы связи. – 2006., №6. С. 56-60.
2. Левин Г. Контроль качества обслуживания клиентов в Call- центрах. // Сети и системы связи. – 2006, №6. - С.62-65.

3. Левин Г. Измеряем качество работы контакт-центра. // Сети и системы связи. – 2007, №9. - С. 20-26.
4. Шаламков С.А. Основные показатели оценки конкурентоспособности полиграфических предприятий в современных условиях. // Известия высших учебных заведений. Проблемы полиграфии и издательского дела. – 2007, №3. – С.178-182.
5. Степанова Г.Н. Повышение конкурентоспособности полиграфического предприятия на основе стратегических приоритетов развития. // Известия высших учебных заведений. Проблемы полиграфии и издательского дела. – 2008, №1. С 120-131.
6. Мурбах М.Ю., Самарин Ю.Н. Распределение заявок на ремонт в автоматизированной системе сервисного обслуживания полиграфического оборудования. // Известия высших учебных заведений. Проблемы полиграфии и издательского дела. – 2008, №2, С. 89-96.
7. Афанасьев. М.Ю., Багриновский К.А., Матюшок В.М. Прикладные задачи исследования операций. – М.: ИНФРА-М, 2006. – 352 с. .
8. Карташевский В.Г. Основы теории массового обслуживания. – М.: Радио и связь, 2006. – 107 с.
9. Павский В.А. Теория массового обслуживания. Кемерово: КПИПП, 2008. – 116 с.
10. Фомин Г.П. Математические методы и модели в коммерческой деятельности – М.: Финансы и статистика, 2009, - 643 с.