

УДК 519.710.39 + 519.872.7

ББК ???

АЛГОРИТМ РАНЖИРОВАНИЯ ОДНОТИПНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ СЕТИ СОТОВОЙ СВЯЗИ

Хакимов Р.И.¹

(Худжандский государственный университет им. академика Б.Гафурова, Республика Таджикистан, г. Худжанд)

В статье рассматривается вопрос об оценке качества обслуживания телефонных звонков абонентов сотовой связи. Вводится числовая характеристика – вес базовой приемопередающей станции в итоговой доле дефектных звонков. Приводится алгоритм, который может быть использован для поддержки принятия решения по выбору БППС с целью проведения в них оптимизационных работ. Описываются преимущества и недостатки данного алгоритма. Приводятся примеры вычислений числовых оценок и пример реализации алгоритма на основе СУБД MS SQL Server 2008.

Ключевые слова: числовая оценка, сотовая связь, качество обслуживания, алгоритм, оптимизация, доля дефектных звонков.

1. Введение

Популярность технологий сотовой связи второго (GSM) и третьего поколений (WCDMA), обусловленная возможностью предоставления качественных услуг мобильной телефонии, доступа в Интернет, видеоконференций и других, породила рынок с высоким уровнем конкуренции. Вопрос поддержания и улучшения качества работы сети сотовой связи важен, в связи с его непосредственным отношением к удовлетворенности абонента (клиента) работой оператора (поставщика услуг). Процесс

¹ Хакимов Рахматджон Иномович, преподаватель кафедры Информатики и вычислительной математики (rahmatjon at gmail.com).

выбора базовых приемопередающих станций (БППС [3, с.24] или БС [1, с.112]), в которых будут проводиться оптимизационные работы с целью улучшения качества работы сети, актуален по причине ограниченности ресурсов: технических, людских, временных и финансовых. В данной работе качество обслуживания телефонных звонков абонентов оператором сотовой связи оценивается на основе функционирования БППС сети оператора в определенный (конечный) промежуток времени.

2. Постановка задачи

Предполагается, что известны числа n_j , m_j , $j=1,...,k$, где k – общее количество БППС в сети оператора, n_j – общее количество звонков поступивших в j -ю станцию, m_j – количество дефектных звонков среди поступивших в j -ю станцию. Предполагается, что $n_j > 0$, $j=1,...,k$. Звонок считается дефектным, если произошел провал звонка [3, с.124] до первого гудка или обрыв звонка до отбоя.

По числам n_j , m_j , $j=1,...,k$ требуется количественно оценить уровень обслуживания звонков станциями и на основе оценок разработать алгоритм, который позволит автоматизировать процесс выбора БППС для проведения в них оптимизационных работ. Алгоритм должен помогать в выборе таких БППС, улучшение работы которых даст наилучший эффект в уменьшении доли дефектных звонков в общем количестве звонков, произведенных в рассматриваемый промежуток времени. Следует отметить, что как параметр для улучшения могут быть выбраны различные ключевые показатели качества сети, например, доля успешности установки звонков (CSSR, Call Setup Success Rate) [8, с.54] или доля обрывов звонков по трафиковому каналу (Call Drop Rate on TCH) [9, с.57].

Введем следующие обозначения:

$n = n_1 + \dots + n_k$ – тотальное количество звонков,

$m = m_1 + \dots + m_k$ – тотальное количество дефектных звон-

ков,

$\frac{m}{n}$ - тотальная доля дефектных звонков,

$\frac{m_j}{n_j}$ - доля дефектных звонков при обслуживании j -ой

станцией.

Оптимальность работы БППС будем определять значением тотальной доли дефектных звонков $\frac{m}{n}$. Чем меньше значение

$\frac{m}{n}$, тем эффективной считается работа станций в целом.

Определение. Значение w_j , вычисляемое по следующей формуле, назовем весом j -й БППС в тотальной доле дефектных звонков:

$$w_j = \frac{m}{n} - \frac{m - m_j}{n - n_j}.$$

3. Некоторые утверждения

Утверждение 1. Вес j -й БППС в тотальной доле дефектных звонков равен нулю, тогда и только тогда, когда доля дефектных звонков, поступивших в эту БППС, равна тотальной доле дефектных звонков:

$$w_j = 0 \Leftrightarrow \frac{m_j}{n_j} = \frac{m}{n}.$$

Доказательство. Пусть для некоторой j -й БППС имеем $w_j = 0$. Тогда

$$\frac{m}{n} - \frac{m - m_j}{n - n_j} = 0 \Leftrightarrow \frac{m}{n} = \frac{m - m_j}{n - n_j} \Leftrightarrow m(n - n_j) = n(m - m_j) \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow mn - mn_j = nm - nm_j \Leftrightarrow -mn_j = -nm_j \Leftrightarrow \frac{m}{n} = \frac{m_j}{n_j}.$$

Что и требовалось доказать.

Утверждение 2. *Вес j -й БППС в тотальной доле дефектных звонков больше (меньше) нуля, тогда и только тогда, когда доля дефектных звонков, поступивших в эту БППС, больше (меньше) тотальной доли дефектных звонков:*

$$w_j > 0 \Leftrightarrow \frac{m_j}{n_j} > \frac{m}{n}.$$

Доказательство. Рассмотрим случай «больше». Пусть для некоторой j -й БППС имеем $w_j > 0$. Тогда

$$\frac{m}{n} - \frac{m - m_j}{n - n_j} > 0 \Leftrightarrow \frac{m}{n} > \frac{m - m_j}{n - n_j} \Leftrightarrow m(n - n_j) > n(m - m_j).$$

Последнее неравенство верно в силу того, что $n > 0$ и $n - n_j > 0$.

Далее,

$$mn - mn_j > nm - nm_j \Leftrightarrow -mn_j > -nm_j \Leftrightarrow mn_j < nm_j \Leftrightarrow \frac{m}{n} < \frac{m_j}{n_j}.$$

Что и требовалось доказать.

Случай «меньше» доказывается аналогичным образом.

Утверждение 3. *Не теряя общности, предположим, что $w_1 > w_j$, $\forall j = 2, \dots, k$. Тогда*

$$\frac{m - m_1}{n - n_1} < \frac{m - m_j}{n - n_j}, \quad \forall j = 2, \dots, k,$$

и обратно.

Доказательство. Так как $n - n_j > 0$ и $m - m_j \geq 0$ при $j = 1, \dots, k$, то учитывая определение w_j имеем:

$$\begin{aligned} w_1 > w_j &\Leftrightarrow \frac{m}{n} - \frac{m - m_1}{n - n_1} > \frac{m}{n} - \frac{m - m_j}{n - n_j} \Leftrightarrow \\ &\Leftrightarrow \frac{m - m_1}{n - n_1} < \frac{m - m_j}{n - n_j}, \quad \forall j = 2, \dots, k. \end{aligned}$$

Что и требовалось доказать.

Интерпретировать утверждение 3 можно следующим образом. Предположим, что отключение 1-й БППС не отразится никак на количестве звонков, поступающих в другие БППС и на количестве дефектных звонков этих БППС. Тогда, если отключить 1-ю БППС, то тотальная доля дефектных звонков будет лучше, чем в случае отключения любой другой БППС. Но на практике так поступают крайне редко, так как каждая БППС: 1) обслуживает абонентов своей зоны покрытия, доставляя голосовой и пакетный трафик, этим принося доход [7, с.63]. Следовательно, операторы заинтересованы в минимизации времени простоя БППС [10, с.175]; 2) отключение одной БППС обычно повышает нагрузку на другие БППС, что, как правило, отражается плохо на показателях качества сети. Как частный случай, может ухудшиться успешности переноса обслуживания звонка (call handover). Оператор понимает необходимость расходования ресурсов на уменьшение количества обрывов звонков [6, с.169].

Поэтому задачу поставим иным образом: *свести вес j -й БППС к нулю.*

Пусть для некоторой j -й БППС имеет место: $w_j > 0$. Из определения веса БППС в тотальной доле дефектных звонков следует, что для этой БППС имеет место

$$\frac{m - m_j}{n - n_j} < \frac{m}{n}.$$

Предположим, что в результате работ на некоторой БППС:

- 1) уменьшится количество дефектных звонков на этой БППС;
- 2) количество звонков на этой и других БППС не изменится;
- 3) количество дефектных звонков на других БППС не изменится.

Учитывая эти предположения, *какое должно быть количество дефектных звонков на j -й БППС, чтобы её вес в тотальной доле дефектных звонков уменьшился в r раз?*

Введем обозначение $w_j^{(r)} = \frac{w_j}{r}$. Тогда

$$w_j^{(r)} = \frac{m^{(r)}}{n} - \frac{m^{(r)} - m_j^{(r)}}{n - n_j},$$

где

$$m^{(r)} = m_1 + \dots + m_{j-1} + m_j^{(r)} + m_{j+1} + \dots + m_k = m_j^{(r)} + m - m_j,$$

$m_j^{(r)}$ – искомое количество дефектных звонков.

Отсюда получаем

$$\frac{m^{(r)}}{n} - \frac{m^{(r)} - m_j^{(r)}}{n - n_j} = \frac{1}{r} \left(\frac{m}{n} - \frac{m - m_j}{n - n_j} \right),$$

$$m^{(r)}(n - n_j) - (m^{(r)} - m_j^{(r)})n = \frac{1}{r} (m(n - n_j) - (m - m_j)n),$$

$$-m^{(r)}n_j + m_j^{(r)}n = \frac{1}{r} (-mn_j + m_jn).$$

Имея в виду, что $m^{(r)} = m_j^{(r)} + m - m_j$, получаем

$$-(m_j^{(r)} + m - m_j)n_j + m_j^{(r)}n = \frac{1}{r} (-mn_j + m_jn),$$

$$-m_j^{(r)}n_j - mn_j + m_jn_j + m_j^{(r)}n = \frac{1}{r} (-mn_j + m_jn),$$

$$m_j^{(r)}(n - n_j) = \frac{m_jn - mn_j + rmn_j - rm_jn_j}{r},$$

$$m_j^{(r)} = \frac{m(rn_j - n_j) + m_j(n - rn_j)}{r(n - n_j)}.$$

При сформулированных выше предположениях 1)-3) верно следующее

Утверждение 4. Количество дефектных звонков на j -й БППС должно равняться

$$m_j^{(r)} = \frac{m(rn_j - n_j) + m_j(n - rn_j)}{r(n - n_j)},$$

чтобы её вес в тотальной доле дефектных звонков уменьшился в r раз.

Утверждение 5. При сведении количества дефектных звонков j -й БППС с m_j на $\frac{(m - m_j)n_j}{n - n_j}$:

1) тотальная доля дефектных звонков уменьшится с $\frac{m}{n}$ на $\frac{m - m_j}{n - n_j}$, то есть на w_j ;

2) вес j -й БППС в тотальной доле дефектных звонков будет равен нулю.

Доказательство. Пусть

$$\begin{aligned} w_j^* &= \lim_{r \rightarrow \infty} \frac{w_j}{r} = \lim_{r \rightarrow \infty} \frac{1}{r} \left(\frac{m}{n} - \frac{m - m_j}{n - n_j} \right) = 0, \\ m_j^* &= \lim_{r \rightarrow \infty} \frac{m(rn_j - n_j) + m_j(n - rn_j)}{r(n - n_j)} = \\ &= \lim_{r \rightarrow \infty} \frac{m \left(n_j - \frac{n_j}{r} \right) + m_j \left(\frac{n}{r} - n_j \right)}{(n - n_j)} = \frac{(m - m_j)n_j}{n - n_j}. \end{aligned}$$

Предположим, что в результате работ на j -й БППС:

- 1) количество звонков на этой и других БППС не изменилось;
- 2) количество дефектных звонков на других БППС не изменилось;
- 3) количество дефектных звонков на j -й БППС было сведено к

$$m_j^* = \frac{(m - m_j)n_j}{n - n_j}.$$

С одной стороны, доля дефектных звонков j -й БППС будет равна

$$\frac{m_j^*}{n_j} = \frac{m - m_j}{n - n_j}.$$

С другой стороны, имея в виду, что $m_1 + \dots + m_{j-1} + m_{j+1} + \dots + m_k = m - m_j$ получаем

$$\begin{aligned} & \frac{m_1 + \dots + m_{j-1} + m_j^* + m_{j+1} + \dots + m_k}{n} = \\ & \frac{\frac{(m - m_j)n_j}{n - n_j} + m_1 + \dots + m_{j-1} + m_{j+1} + \dots + m_k}{n} = \\ & = \frac{mn - m_j n}{(n - n_j)n} = \frac{(m - m_j)n}{(n - n_j)n} = \frac{m - m_j}{n - n_j}. \end{aligned}$$

То есть тотальная доля дефектных звонков тоже будет равна $\frac{m - m_j}{n - n_j}$.

Что и требовалось доказать.

Следствие 1. При выборе в качестве объекта оптимизации БППС с наибольшим весом и при сформулированных выше предположениях 1)-3) сведение её веса к нулю даст наилучший эффект в уменьшении тотальной доли дефектных звонков.

Исходя из вышеизложенных утверждений и следствия 1, опишем искомый алгоритм.

4. Алгоритм для выбора БППС для оптимизации с целью уменьшения тотальной доли дефектных звонков

Предлагаем следующий алгоритм для выбора БППС для оптимизации с целью уменьшения тотальной доли дефектных звонков

- 1) вычислить тотальную долю дефектных звонков;
- 2) вычислить вес каждой БППС в тотальной доле дефектных звонков;

3) выбрать БПС с максимальным весом (отсортировать по весу);

4) уменьшить количество дефектных звонков выбранной БППС (с m_j на m_j^*);

5) пересчитать тотальную долю дефектных звонков;

6) при необходимости перейти к п.2.

Пункты 1, 2, 5 алгоритма показывают, что на практике вычисления могут занимать значительные ресурсы памяти и процессора ЭВМ.

Пункт 3 изложенного алгоритма показывает, что алгоритм может дать хороший результат в случае относительно неравномерного распределения дефектных звонков между различными БППС. Так, в случае оптимизации работы БППС, имеющего вес в разы больше остальных БППС, можно получить значительные улучшения показателя тотальной доли дефектных звонков. Если же дефектные звонки распределены относительно равномерно между всеми БППС, то веса различных БППС приблизительно равны нулю и оптимизация работы одной БППС не даст значительного улучшения показателя тотальной доли дефектных звонков.

В связи с пунктом 4 возникает вопрос о технической возможности уменьшения дефектных звонков на БППС с высоким весом. Вполне вероятны случаи, когда невозможно уменьшить количество дефектных звонков на некоторой БППС в связи с особенностями рельефа местности, условий распространения радиосигнала и т.д.

В связи с пунктом 4 приведенного алгоритма актуален вопрос о возможности перераспределения нагрузок $n_1, \dots, n_k$ между станциями для уменьшения дефектных весов. При этом количества дефектных звонков $m_1, \dots, m_k$ могут меняться. Данный вопрос в некоторой степени рассмотрен в [2, с.271].

5. Пример подсчета веса БППС до и после оптимизации

Есть понятие дефектов на миллион единиц (англ., Defects Per Million Opportunities, DPMO):

$$\text{DPMO} = \frac{\text{количество дефектов}}{\text{общее количество}} * 1000000.$$

Для обозначения доли дефектных звонков далее воспользуемся аббревиатурой MCDR (англ., Mobile Call Defects Ratio).

В приведенной ниже таблице 1 наибольший вес в общем MCDR имеет БППС №5 с весом 768 DPMO.

Общее количество звонков на БППС №5 до оптимизации равно $n_5 = 66751$. Общее количество дефектных звонков на БППС №5 до оптимизации равно $m_5 = 1328+642 = 1970$.

Общее количество звонков на сети до оптимизации равно $n = 726687$. Общее количество дефектных звонков на сети до оптимизации равно $m = 10604 + 5325 = 15929$. Следовательно,

$$m_5^* = \frac{(m - m_5)n_5}{n - n_5} = \frac{(15929 - 1970) * 66751}{726687 - 66751} \approx 1412.$$

Предположим, что в результате оптимизационных работ на БППС №5 (и сети, вообще) сохранилось количество попыток звонков, но уменьшилось количество дефектных звонков на БППС и достигло $1020+392=1412$. Так её вес в тотальной доле дефектных звонков был сведен практически к нулю (при новом пересчете). В итоге, общее значение MCDR DPMO с 21920 DPMO уменьшилось до 21152 DPMO. Тотальная доля дефектных звонков уменьшилась на 768 DPMO, то есть на вес БППС №5 до оптимизации.

В таблицах 1-4 данные столбцов «MCDR, DPMO» и «БППС, DPMO» округлены до целого.

Таблица 1. Данные по 10-и БППС до оптимизации

№ БППС	Попытки звонков, колич.	Провалы звонков, колич.	Обрывы звонков, колич.	MCDR, DPMO	Вес БППС, DPMO
1	53285	497	556	19762	-171
2	194353	2801	356	16244	-2072
3	57684	960	580	26697	412
4	44611	809	208	22797	57

5	66751	1328	642	29513	768
6	33913	518	352	25654	183
7	23076	312	447	32891	360
8	86744	1148	822	22711	107
9	64457	899	1009	29601	748
10	101813	1332	353	16550	-875

Таблица 2. Итоговые данные по 10-и БППС до оптимизации

Общие значения			
Попытки звонков, колич.	Провалы звонков, колич.	Обрывы звонков, колич.	MCDR, DPMO
726687	10604	5325	21920

Таблица 3. Данные по 10-и БППС после оптимизации

№ БППС	Попытки звонков, колич.	Провалы звонков, колич.	Обрывы звонков, колич.	MCDR, DPMO	Вес БППС, DPMO
1	53285	497	556	19762	-110
2	194353	2801	356	16244	-1792
3	57684	960	580	26697	478
4	44611	809	208	22797	108
5	66751	1020	392	21153	0
6	33913	518	352	25654	220
7	23076	312	447	32891	385
8	86744	1148	822	22711	211
9	64457	899	1009	29601	822
10	101813	1332	353	16550	-750

Таблица 4. Итоговые данные по 10-и БППС после оптимизации

Общие значения			
Попытки звонков	Провалы звонков	Обрывы звонков	MCDR,

ков, колич.	ков, колич.	ков, колич.	ДРМО
726687	10296	5075	21152

После рассмотренного шага оптимизации наибольший вес имеет БППС №9.

Для графического отображения результатов оптимизации используем диаграмму рассеяния, которая часто служит быстрым и эффективным инструментом обнаружения выбросов в структуре двухмерных данных [4, с.519]. Построим две диаграммы рассеяний для данных до оптимизации (до сведения веса БППС №5 к нулю) и после на основе двух показателей: доли дефектных звонков и количества попыток звонков каждой БППС. Сравнив расположения точки №5, которая соответствует БППС №5, на диаграммах, можно заметить, что в работе БППС №5 наблюдается улучшение.

Аналогичные расчеты на примере 20 БППС приведены в [4].

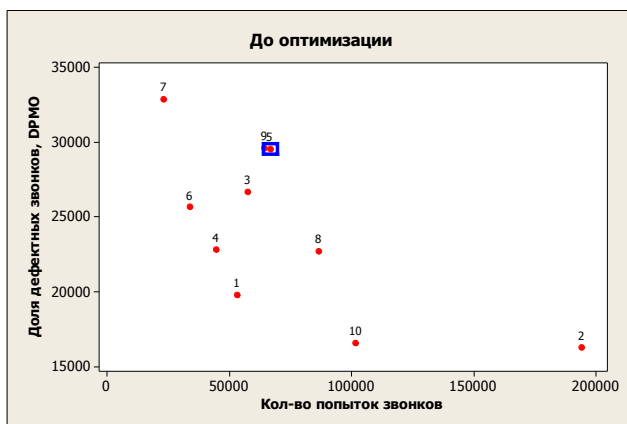


Рис.1. Диаграммы рассеяния доли дефектных звонков и количества попыток звонков каждой БППС до оптимизации.

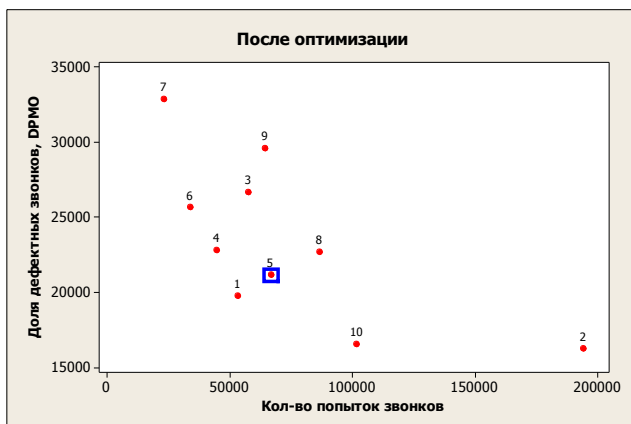


Рис. 2. Диаграммы рассеяния доли дефектных звонков и количества попыток звонков каждой БППС после оптимизации.

После рассмотренного шага оптимизации наибольший вес имеет БППС №9.

Реальная сеть сотовой связи 3-го поколения может сгенерировать, например, следующие данные:

Таблица 5. Отрывок таблицы подсчета весов БС

№ БС	Попытки звонков, колич.	Провалы звонков, колич.	Обрывы звонков, колич.	MCDR, ДРМО	Вес БС, ДРМО
30	41115	1309	306	39280	361
34	19912	375	232	30484	129
72	5917	37	329	61856	85
70	44908	71	434	11245	72
23	40181	70	357	10627	58
82	108226	232	502	6782	51
13	20817	62	233	14171	49
42	45910	58	324	8321	39
25	21125	28	221	11787	37

47	135136	209	587	5890	32
...	...	...	...	...	...

В таблице 5 приведен отрывок таблицы подсчеты весов БС в итоговой доле дефектных звонков на основе данных сети 3-го поколения за 30 суток. Данные в таблице упорядочены в порядке убывания значений столбца «Вес БС, ДРМО». Приведем диаграмму рассеяния доли дефектных звонков и количества попыток звонков каждой БС на основе этих данных:

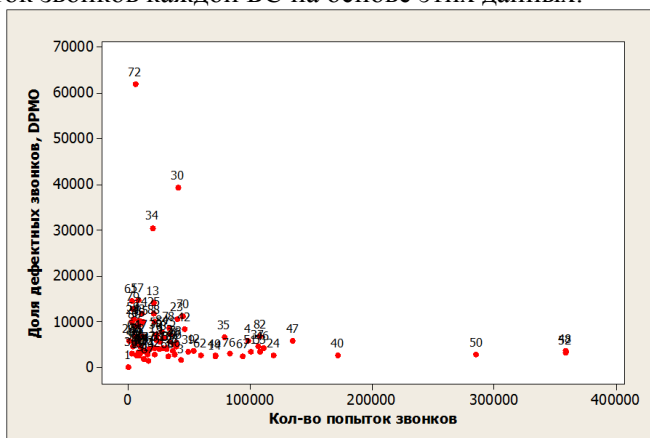


Рис.3. Диаграмма рассеяния доли дефектных звонков и количества попыток звонков БС

Заметим, что первые строки данных (топ по весу) таблицы 4 соответствуют выбросам в диаграмме на рисунке 2. Обратите внимание на базовые станции с номерами 30, 24, 72 и точки с теми же номерами.

6. Пример реализации алгоритма на языке SQL

В зависимости имеющихся данных алгоритм можно применять как для БППС, так и для других типов элементов сети. Ниже пример запроса языка SQL для СУБД MS SQL Server 2008 для вычисления весов сот БППС в тотальной доле дефектных звонков сети 3G:

```
SELECT t1.dt,
```

```
t1.cell,  
t1.call_attempts_3g,  
t1.failed_calls_3g,  
t1.dropped_calls_3g,  
  (t1.dropped_calls_3g + t1.failed_calls_3g)  
/ t1.call_attempts_3g  
* 1000000  
  mcdr_dpms,  
  ( ( t2.dropped_calls_3g + t2.failed_calls_3g) /  
t2.call_attempts_3g)  
  - ( t2.dropped_calls_3g  
  - t1.dropped_calls_3g  
  + t2.failed_calls_3g  
  - t1.failed_calls_3g)  
  / (t2.call_attempts_3g - t1.call_attempts_3g))  
* 1000000  
  weight_dpms  
FROM report.v_mcdr_3g_detail t1, report.v_mcdr_3g t2  
WHERE t1.dt = t2.dt AND t1.call_attempts_3g > 0
```

Здесь report.v_mcdr_3g и report.v_mcdr_3g_detail – это представления (view) СУБД MS SQL Server 2008, содержащие данные о количестве попыток, провалов и обрывов звонков 3G за анализируемый период. Пример аналогичного запроса для СУБД Oracle 10g приведен в [5].

На основе приведенного запроса SQL путем использования технологии ODBC на Microsoft Excel 2007 был разработан ежедневно обновляемый отчет.

DAT	08.12.2014	↓				
TOTAL ->	2358	4423619	244308	8802	1281	
CELL2 ↓	WEIGHT_DPMO	MCDR_DPMO	CALL_ATTEMPTS_3G	FAILED_CALLS_3G	DROPPED_CALLS_3G	
17834	102	42 659	10033	403	25	
19412	46	66 204	2447	129	33	
22569	45	50 086	3494	162	13	
18817	45	46 644	3859	174	6	
19829	44	36 823	5540	192	12	
22287	43	45 230	3847	156	18	
17748	38	45 953	3373	140	15	
19178	37	55 422	2490	127	11	
19919	37	54 224	2545	129	9	
18699	37	37 757	4370	155	10	
19828	36	47 525	3030	135	9	
22067	36	45 355	3197	137	8	
17668	34	25 849	8627	175	48	

Рис.4. Отрывок ежедневно обновляемого отчета по выявлению сот с наибольшим весом в тотальной доле дефектных звонков

7. Выводы

Описанный алгоритм можно использовать для поддержки принятия решения по выбору БППС с целью проведения в них оптимизационных работ. В зависимости от уровня детализации данных алгоритм можно применять как для БППС, так и для сот, контроллеров базовых станций и т.п. Эмпирические наблюдения показывают возможность использования описанного алгоритма для автоматического выявления выбросов в связке доли дефектных звонков и количества попыток звонков каждой БППС. Долю дефектных звонков можно рассматривать как величину, которая меняется во времени, и исследовать динамику ее изменения как случайного процесса.

Литература

1. ЗИНГЕРЕНКО Ю.А. *Основы построения телекоммуникационных систем и сетей* / Конспект лекций. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2005. -143с. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://books.ifmo.ru/file/pdf/85.pdf> (дата обращения: 14.11.2014)

2. НАИМОВ А.Н., ХАКИМОВ Р.И. *Математические вопросы эффективного обслуживания телефонных звонков абонентов сотовой связи* // Современные методы прикладной математики, теории управления и компьютерных технологий (ПМТУКТ-2014). Сборник трудов VII международной конференции (Воронеж, 14-21 сентября 2014 г.) – Воронеж: Издательство "Научная книга" 2014. – С. 270-275.
3. *Обзор системы GSM. Корпоративный тренинг.* - Вымпелком, 2004. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.radioscanner.ru/files/download/file2460/obzor_sistemy_gsm.rar (дата обращения: 11.11.2014)
4. Хакимов Р.И. Алгоритм поддержки принятия решения по повышению качества сети сотовой связи // Наука и современность – 2014: сборник материалов XXXIII Международной научно-практической конференции (Новосибирск, 17 ноября 2014 г.) – Новосибирск: Издательство ЦРНС, 2014. – С. 141-151.
5. Хакимов Р.И. К вопросу об автоматизации процесса выбора БППС для оптимизации // 21 century: fundamental science and technology V. Vol. 3: Proceedings of the Conference. North Charleston, USA, 10-11 ноября 2014 г. - С. 138-144.
6. *Ericsson WCDMA System Overview.* - LZT 123 6208 R5B © Ericsson, 2006
7. JUI-CHI CHEN et al. *Utilization Optimization for OVSF Multi-code Assignment in WCDMA Networks* / Asian Journal of Health and Information Sciences, Vol. 2, Nos. 1-4, pp. 49-65, 2007
8. MARTIN KOLLÁR. *EVALUATION OF REAL CALL SET UP SUCCESS RATE IN GSM.* - Acta Electrotechnica et Informatica Vol. 8, No. 3, 2008, 53–56, ISSN 1335-8243 © 2008 FEI TUKE
9. MUDASSAR ALI, ASIM SHEHZAD, Dr. M. ADEEL AKRAM. *Radio Access Network Audit & Optimization in GSM (Radio Access Network Quality Improvement Techniques).* - International Journal of Engineering & Technology IJET -IJENS Vol:10 No:01, 108401-2727 IJET-IJENS © February 2010 IJENS
10. PIERRE ZUNE. *Family of RBS 3000 products for WCDMA systems* - Ericsson Review No. 3, 2000

ALGORITHM FOR RANKING THE SIMILAR ELEMENTS OF CELLULAR NETWORK

Rahmatjon Hakimov, Khujand State University named after academician B.Gafurov, Republic of Tajikistan, Khujand, teacher (rahmatjon at gmail.com).

Abstract: The problem of the evaluation of the quality of service for cellular communications subscribers' phone calls is discussed in this paper. A numerical characteristic - the weight of a base transceiver station in the total rate of defective calls – is entered. An algorithm that can be used to support a decision making on the selection of the BTSs to provide the optimization works in them is given. Some of the advantages and disadvantages of this algorithm are described. Examples of calculation of numerical characteristic and the implementation of algorithm on RDBMS MS SQL Server 2008 are provided.

Keywords: numerical characteristic, cellular communications, service quality, algorithm, optimization, defective call rate.

Статья представлена к публикации
членом редакционной коллегии ...заполняется редактором...

Поступила в редакцию ...заполняется редактором...
Опубликована ...заполняется редактором...