

УДК 681.3.016:681.324

*Пропонується метод аналізу послідовності запитів до ІС з метою виявлення параметрів, необхідних для управління періодичним включенням і відключенням матеріалізованих представлень (МП)*

*Ключові слова: інформаційні системи, матеріалізовані представлення, запит*

*Предлагается метод анализа последовательности запросов к ИС с целью выявления параметров, необходимых для управления периодическим включением и отключением материализованных представлений (МП)*

*Ключевые слова: информационные системы, материализованные представления, запрос*

*A method for analyze the sequence of requests with the purpose to identify the IS parameters needed to control the periodic enabling and disabling materialized views (MV) is proposed in this article*

*Keywords: information systems, materialized representations, query*

# ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПЕРИОДИЧЕСКОГО ВКЛЮЧЕНИЯ / ВЫКЛЮЧЕНИЯ МАТЕРИАЛИЗОВАННЫХ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ В ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

**А.Б. Кунгурцев**

Кандидат технических наук, профессор\*

Контактный тел.: 050-500-16-62

E-mail: abkun@te.net.ua

**Ю.Н. Возовиков**

Аспирант\*

Контактный тел.: 067-784-28-91

E-mail: yuri\_email@mail.ru

**Нгуен Чан Куок Винь**

Кандидат технических наук\*

Контактный тел.: +849 14780898

E-mail: ntquocvinh@gmail.com

\*Кафедра системного программного обеспечения  
Одесский национальный политехнический университет  
пр. Шевченко, 1, г. Одесса, Украина, 65044

## 1. Введение

В информационных системах (ИС) основную нагрузку создают запросы типа SELECT. Среди множества этих запросов часто встречаются идентичные. Как показано в работах [1,2], на основании исследования конкретной ИС для определенных запросов имеет смысл создать материализованные представления (МП) – сохраненные результаты запросов. Ранее предполагалось, что МП должны подключаться постоянно. В этом случае многие запросы оказываются неэффективными с точки зрения реализации для них МП. Однако в любой ИС наблюдается периодичность решения задач, которая отражается в периодичности поступления в систему запросов типа SELECT.

## 2. Постановка задачи

В данной работе предлагается создание периодически подключаемых и отключаемых МП, что позволит с одной стороны расширить количество запросов, для которых использование МП будет эффективным, а с другой стороны сократит издержки на поддержание механизма МП в течение времени, когда некоторые из них окажутся неэффективными.

## 3. Представление запросов

Для исследования реальной ИС анализируется ее журнал транзакций, сохраняющий сведения о запросах к БД.

Все запросы, поступившие в ИС за время  $t_0$ , будут представлять собой множество.

$$Z = \{z_i\}_{i=1, \overline{r_0}}$$

Поскольку МП обслуживают только запросы типа SELECT, то по каждому такому запросу, извлекаемому из журнала, нужно получить следующую информацию: текст запроса, момент времени, когда СУБД получила запрос, длительность выполнения запроса, источник запроса, используемые ресурсы.

Запрос типа SELECT представляется в виде четверки:

$$q_i = \langle tx_i, t_i, d_i, S_i \rangle, \quad (1)$$

где  $tx$  - текст запроса,  
 $t_i$  - длительность выполнения запроса,  
 $S_i$  - источник запроса,  
 $d_i$  - дата и время выполнения запроса.

Определим множество всех запросов типа SELECT

$$Q = \{q_i\}_{i=1, n_0}$$

Запросы, предназначенные для изменения данных, можно представить в виде тройки:

$$u_j = \langle T_y, tx_j, d_j \rangle, \quad (2)$$

где  $T_y$  – тип запроса,  $T_y \in \{TD, TI, TU\}$  (запрос типа DELETE, INSERT, UPDATE соответственно).

Определим множество всех запросов, обновляющих данные

$$U = \{u_j\}_{j=1, m}$$

Для определения взаимосвязи запроса  $q_i$  и  $u_j$  через данные уточним понятие текста запроса из (1):

$$tx = \langle tx_0, T_q \rangle,$$

где  $tx_0$  – исходный текст запроса,

$T_q = \{T_i\}_{i=1, N_{T_q}}$  – множество таблиц БД, участвующих в запросе  $q$ .

Каждая таблица  $T_i = \langle Nm_i, F_i \rangle$  представлена именем  $Nm$  и множеством полей, используемых в запросе  $F_i = \{F_{ij}\}_{j=1, N_{F_i}}$ .

Введём обозначение для отношения принадлежности некоторого данного поля  $\rho$  таблице  $T$ :  $\rho \in_T T$ . Назовём  $U_i$  множество запросов, где каждый элемент  $u_j$  вызывает обновление данных в  $M_{pi}$  и соответствует следующему условию

$$q_{ij} \in U \wedge \forall (F_{uj} = F_{qi} | F_{uj} \in_{T_{uj}} \wedge F_{qi} \in_{T_{qi}} \wedge T_{qu} = T_{qi}), \quad (3)$$

Результаты выполнения запросов  $q_i$  и  $q_r$  могут быть одинаковыми, при некоторых отличиях в их тексте.

Объединение подобных запросов в группы, позволяет повысить эффективность применения МП [3]. В дальнейшем будем считать, что  $q_i$  представляет собой любой из запросов группы  $i$ .

Множество  $Q_i$  будет представлять собой все запросы  $q_i$ , наблюдаемые в течение времени  $t_0$ , для которых возможно создание МП:

$$Q_i = \{q_i\}_{i=1, n_i}$$

#### 4. Эффективность применения МП

Основными факторами, определяющими эффективность применения МП для запроса  $q_i$  ( $M_{pi}$ ), являются: время выполнения запросов без применения МП, время выполнения запросов с использованием

МП, время обновления  $M_{pi}$  при изменении данных, используемых в  $M_{pi}$ .

Для предварительной оценки эффективности применения МП для запросов  $q_i$  в течении периода наблюдения  $t_0$  рассчитывается отношение времени выполнения этих запросов без внедрения МП ко времени выполнения этих же запросов при использовании  $M_{pi}$  в течение всего периода  $t_0$ .

$$Ec_i = \frac{S0_i}{Smp_i + Snew_i + Ssel}, \quad (4)$$

где  $S0_i = \sum_{j=1}^{n_i} t_i$  – суммарное время выполнения всех запросов  $q_i$  за период наблюдения  $t_0$ , без использования МП;

$Smp_i = n_i * t_{mpi}$  – суммарное время выполнения всех запросов  $q_i$ , при использовании  $M_{pi}$ ;

$Snew_i = ku_i * tu_i$  – время обновлений  $M_{pi}$  за время  $t_0$ .

Значение  $ku_i$  определяется как мощность множества  $U_i = \{u_j\}_{j=1, ku_i}$ , где каждый элемент удовлетворяет условию (3);

$Ssel = n * n_{mp} * t_s$  – время расходуемое на выборку запросов, имеющих МП, из общего потока запросов. Здесь  $n$  – количество всех запросов поступивших в БД за время наблюдения  $t_0$ ,  $n_{mp}$  – количество используемых МП.

Значения  $Ec_i \geq 1$  указывают на эффективность применения  $M_{pi}$  для запросов  $q_i$  при постоянном включении МП. Если будет выявлена определенная периодичность появления  $q_i$ , то величина эффективности  $M_{pi}$  может оказаться значительно больше, чем  $Ec_i$ .

При значениях  $Ec_i \leq 1$  постоянное включение  $M_{pi}$  оказывается неэффективным, однако, при периодическом включении такие МП могут оказаться весьма эффективными.

#### 5. Определение периодичности появления запросов

Для определения периодичности появления каждого запроса  $q_i$  введём понятие функции плотности распределения  $q_i$  во времени (рис. 1):

$$P_i = k / \Delta t,$$

где  $k$  – количество повторений запроса, в течение единицы времени  $\Delta t$ .

Для большинства ИС величина  $\Delta t$  может находиться в пределах 0.3 - 0.5 часа.

Для предварительной оценки периодичности распределения во времени запросов  $q_i$  предложена формула расчета относительной вариации  $V_i$  плотности распределения запросов:

$$V_i(tp) = \frac{\sigma_{ij}}{P_i}, \quad (5)$$

где  $tr$  – предполагаемый период изменения плотности,

$$\bar{p}_i = \sum_{j=1}^m p_{ij} / k$$

за период наблюдения,

$$tr = \tau_0 + \tau_1,$$

где  $\tau_0$  – время включенного состояния МРi,  
 $\tau_1$  – время выключенного состояния МРi,

$$\sigma_i(tr) = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^m (p_{ij} - p_{i0})^2}{m}},$$

где  $p_{i1}$  - плотность распределения  $q_i$  в течении  $\tau_1$ ,  
 $p_{i0}$  - плотность распределения  $q_i$  в течении  $\tau_0$ ,  
 $m = t_0 / tr$  (здесь из  $t_0$  предварительно исключены все периоды времени, когда ИС находится в нерабочем состоянии).

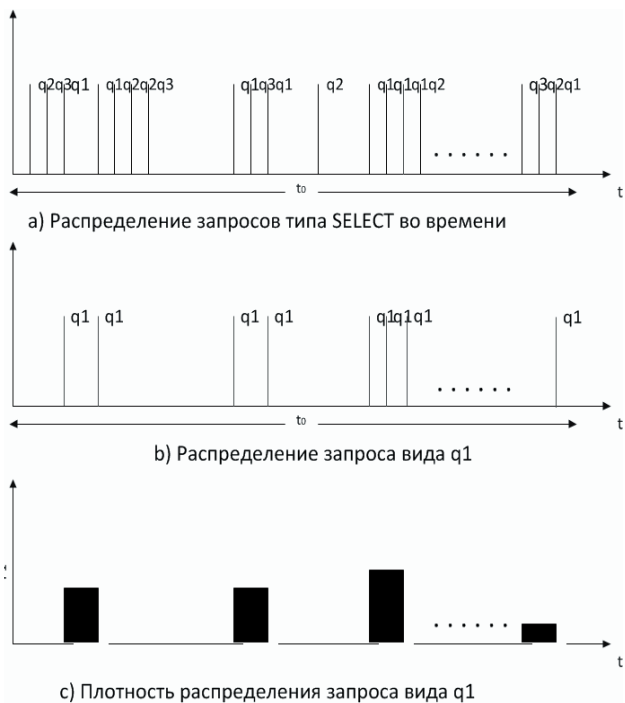


Рис. 1. Распределение запросов  $q_i$  и плотности  $P_i$  во времени

Расчет  $V_i(tr)$  предусматривает выполнение следующих шагов:

1. Рассчитывается значение  $\bar{p}_i = \sum_{j=1}^m p_{ij} / k$ .
2. Для каждого  $tr$  определяется ряд значений  $\tau_0$  и  $\tau_1$  ( $\tau_1 / \tau_0$  в диапазоне 0,1-0,9).
3. Для каждого  $tr$ ,  $\tau_0$  и  $\tau_1$  определяется сдвиг начала  $tr$  относительно начала наблюдения  $t_0$  в диапазоне 0-0,9\*  $tr$ .
4. Из множества значений  $\sigma_i$  выбирается наибольшее  $\sigma_{i\max}$ .
5. Рассчитывается вариация  $V_i$ , используя  $\sigma_{i\max}(tr)$ .

Вариант зависимости  $V_i = f(tr)$  представлен на рис. 2.

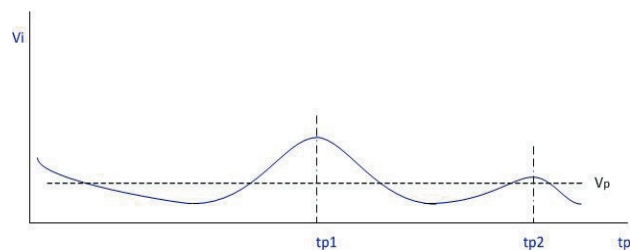


Рис. 2. Зависимость относительной вариации от  $tr$

Из графика следует, что функция  $V_i(tr)$  достигает максимумов при значениях  $tr_1$  и  $tr_2$ , которые можно рекомендовать в качестве периодов включения/выключения МРi.

Предлагается ввести понятие порога вариативности  $V_p$ . Если для некоторого  $q_i$  оказывается, что  $E\sigma_i \leq 1$  и расчетное значение  $V_i(tr)$  не превышает  $V_p$ , то такие запросы являются бесперспективными с точки зрения применения МП.

Введём понятие эффективности управляемого использования МП. В этом случае МРi периодически включается на период  $\tau_1$ , а затем выключается на период  $\tau_0$ .

$$E\tau_i = \frac{S0_i}{Smp\tau_i + Snew\tau_i + Ssel\tau + Sbd}, \tag{6}$$

где:  $Smp\tau_i = n\tau_i * t_{mpi}$  - суммарное время выполнения всех запросов  $q_i$ , попадающих в периоды  $\tau_1$ . Значение  $n\tau_i$  определяется как мощность множества  $Q\tau_i = \{q_{iv} | q_{iv} \in Q_i \wedge d_{iv} \in \tau_1\} v = 1, n\tau_i$ .

$Snew\tau_i = k\tau_i * t_{u_i}$  - время обновлений МРi в течение периодов  $\tau_1$ . Значение  $k\tau_i$  определяется как мощность множества  $U\tau_i = \{u_{iv} | u_{iv} \in U_i \wedge d_{iv} \in \tau_1\} v = 1, k\tau_i$ .

$Ssel\tau = n * n\tau_{mp} * t_s$  - время, расходуемое на выборку запросов, имеющих МП, из общего потока запросов. Здесь  $n\tau_{mp}$  - количество используемых МП с учётом введения режима включения/выключения ( $n\tau_{mp} < n_{mp}$ ).

$Sbd = (n_i - n\tau_i) * t_i$  - время, потраченное на выполнение запросов  $q_i$ , которые не попали в периоды  $\tau_1$ .

Введём понятие максимальной эффективности применения МРi:

$$E\tau \max_i = \sum_{j=1}^m E\tau_{ij} / m, \tag{7}$$

Здесь нет постоянного периода включенного и выключенного состояния.  $E\tau_{ij}$  рассчитывается для каждого периода, где  $p_{ij} > 0$  в отдельности, но усреднение производится только для тех периодов включения, когда  $E\tau_{ij} > 1$ . Если рассчитанное значение  $E\tau \max_i \leq 1$ , то применение МРi неэффективно.

### 6. Алгоритм определения параметров включения/выключения МП

Невозможно в общем случае реализовать управление МП с изменяемыми периодами включения/вы-

ключения. Поэтому оценка (7) играет роль ориентира для анализа реальных способов управления МП.

Основываясь на предположении, что периоды эффективного использования МП повторяются, через одинаковые промежутки времени был разработан алгоритм однопериодного управления включением/выключением МП.



Рис. 3. Однопериодное управление M<sub>pi</sub>

В основу алгоритма поиска параметров включения/выключения МП положен градиентный метод

оптимизации. В качестве целевой функции выбирается  $E_{тi}$ , для которой отыскивается максимальное значение. Базисная точка определяется значениями  $\tau_{1i} = tr_{max}$  (значение  $tr$ , при котром  $V_i$  достигает наибольшего максимума),  $\tau_{0i} = \tau_{1i}$  и  $\phi = \phi_{max}$  (сдвиг, при котром  $V_i$  достигает наибольшего максимума). В качестве наиболее значимого фактора выбирается  $\tau_{1i}$ . Шаг кругого восхождения определяется как  $\tau_{0i} / 10$ , а минимальное значение шага – 0.5 часа.

Значение  $E_{тi}$ , полученное по окончании работы алгоритма позволяет определить целесообразность управления M<sub>pi</sub> путём сравнения полученного значения с  $E_{tmax_i}$ , либо с  $E_{сi}$ .

## 7. Выводы

Предложенная информационная технология определения параметров управления МП позволяет исследовать поток запросов к реальной ИС, выделить запросы, для которых имеет смысл создавать МП, определить параметры управления МП и эффективность его использования.

Проведенные исследования позволяют существенно расширить множество запросов, для которых целесообразно использование МП, а также сократить нагрузку на систему, связанную с обслуживанием механизма МП.

## Литература

1. Кунгурцев, А.Б. Анализ возможности применения МП в ИС [Текст] / А.Б. Кунгурцев, Куок Винь Нгуен Чан // Тр. Одесского политехнического университета. Одесса, 2004. – №2(20). – С. 102-106.
2. Кунгурцев, А.Б. Метод анализа информационной системы для применения материализованных представлений [Текст] / А.Б. Кунгурцев, Куок Винь Нгуен Чан // Холодил техника і технологія. Одеса, 2005. – №2(94). – С.102-105.
3. Кунгурцев, А.Б. Сравнение запросов в реляционных базах данных для построения материализованных представлений [Текст] / А.Б. Кунгурцев, Куок Винь Нгуен Чан, Блажко А.А. // Праці УНДІРТ. Одеса, 2004. – №3(39). – С.35-38.