

УДК 004.75

Е.И. Дятлов

*Институт проблем математических машин и систем НАН Украины, Украина*

## БАЛАНСИРОВКА НАГРУЗКИ В РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

*Статья посвящена проблематике балансировки нагрузки в распределенных системах обработки данных. Автором рассматривается частный случай распределенной системы – распределенная система видеонаблюдения. В статье изучается вопрос высоконагруженных подсистем и рассматривается вопрос распределения нагрузки между вычислительными узлами. В статье приведены статистические и аналитические материалы, на которых базируется логика распределения нагрузки между вычислительными узлами реальной системы видеонаблюдения. На основе полученных данных создается модель распределения нагрузки с применением технологий СМО.*

**Ключевые слова:** *распределенные системы обработки данных, балансировка нагрузки.*

### Постановка проблемы

Распределенная система видеонаблюдения состоит из двух основных компонентов: камера видеонаблюдения и распределенная система видеонаблюдения (РСВ), предоставляющая сервис круглосуточной записи подключенных к ней камер, а также различные опции в виде интеллектуального анализа видеопотока. Для работы видеокамер с РСВ (1) клиент (заказчик) обязан обеспечить стабильное питание видеокамеры и надежное широкополосное соединение с Интернет. Вопросы нестабильности этих параметров не рассматриваются. Помимо записи видеопотока РСВ предполагает видеоаналитику – ресурсоемкий анализ видеопотока на предмет наличия движения в кадре и не только. Данный функционал РСВ подразумевает нагрузку на все серверные подсистемы в режиме 24/7/365: процессор, память, сеть, дисковая подсистема. Цель данного исследования выявить параметры вычислительных узлов, которые необходимо учитывать при распределении нагрузки меж-

ду вычислительными узлами РСВ. Сложность заключается в том, что входящий видеопоток является неоднородным: различное разрешение изображения (от 352×288 до 1920×1080), различный по динамике и загруженности видеоряд, что также влияет на величину видеопотока. Именно по этой причине система, балансирующая камеры между вычислительными узлами, не может делить нагрузку строго математически (по количеству камер на вычислительную единицу). Эмпирически установлено, что камера с разрешением 1920×1080 создает нагрузку, равную нагрузке, создаваемой семью камерами с разрешением 704×576). Предполагается, что система балансировки нагрузки должна мониторить загруженность всех подсистем вычислительной единицы и балансировать нагрузку исходя из полученных данных «на лету».

### Схема функционирования облачной системы видеонаблюдения

Внутренняя архитектура РСВ [1] представляет собой три уровня обслуживания (рис. 1).

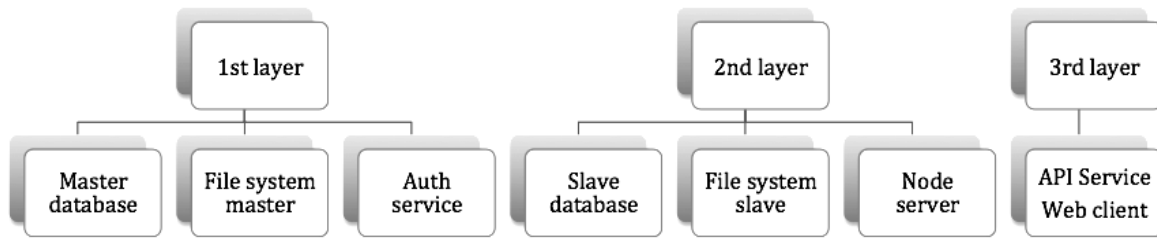


Рис. 1. Общая структура модулей РСВ

1. Первый уровень отвечает за обслуживание критически важных подсистем РСВ (рис. 2). Это сервис базы данных, мастер сервер распределенной отказоустойчивой файловой системы и сервис авторизации устройств. Сервис авторизации устройств распределяет нагрузку между вычислительными узлами (англ. Nodes). Данный сервис используется устройствами в момент подключения к РСВ. Устройство обращается к данному сервису для получения списка доступных обслуживающих узлов, после чего выполняет подключение к одному из них.

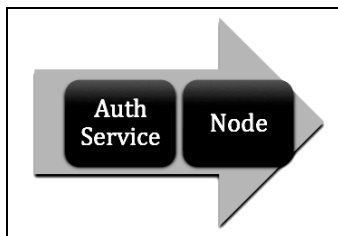


Рис. 2. Процесс запуска обслуживания устройства

2. Второй уровень включает в себя резервирующие сервера и рабочие узлы. База данных реплицируется в реальном времени (двусторонняя репликация), а все зависимые от БД службы при отказе основного сервера БД могут переключиться на резервный сервер. Аналогичным образом ведет себя мастер-сервер файловой системы. Рабочие узлы обеспечивают функционал приема и обработки видеопотоков от устройств.

Сервера третьего уровня обеспечивают взаимодействие системы с конечным пользователем, предоставляя доступ к системе через web-интерфейс и API-сервис.

3. Сервера третьего уровня обеспечивают взаимодействие системы с конечным пользователем, предоставляя доступ к системе через web-интерфейс и API-сервис.

Принцип распределения на три класса обслуживания был выбран по причине различных системных требований. Следовательно, в зависимости от назначения сервиса применяются различные требования к аппаратной части. Сервера первого уровня обслуживания должны быть размещены на отказоустойчивых мощностях (кластерах). Сервера второго уровня, в частности рабочие узлы, могут быть запущены на простых (не отказоустойчивых) мощностях. Балансировка нагрузки, рассматриваемая в

данной статье, позволит получить максимум от узла любого уровня. Использование самого дешевого оборудования для разворачивания рабочих узлов позволяет в разы снизить стоимость запуска всей системы и ее обслуживания.

### Обслуживающий узел

Разрабатывая идеологию данной РСВ, один из принципов функционирования системы был позаимствован у системы «SETI@HOME» [3], который заключается в том, что для работы системы можно использовать компьютер с любыми вычислительными характеристиками. Характеристики узлов системы «SETI@HOME» влияют на скорость обработки данных. В нашем случае мощности узла будут влиять на количество устройств, которые сможет обслужить данный узел.

Каждый узел (Node) выполняет всего три функции:

1. Прием видеопотока от устройства. Видеопоток передается в формате mp4 (используемый кодек H.264). Разрешение видеопотока может существенно отличаться. Минимальное разрешение – CIF (352×240), максимальное разрешение – Full HD (1920×1080). Стоит заметить, что на рынке безопасности уже присутствуют устройства, поддерживающие запись в более высоком разрешении, но данные устройства еще не набрали должной популярности ввиду высокой стоимости мониторов, способных отображать разрешение больше чем Full HD.

2. Анализ полученного видеосегмента на предмет движения в кадре (с помощью библиотеки `opencv` [4]).

3. Перемещение файла в облачную файловую систему, создание записи о файле в базе данных.

### Проблематика

Одним из сложных технологических вопросов в построении РСВ является вопрос балансировки нагрузки между узлами. В виду различных характеристик видеокамер, подключенных к РСВ, а также неоднородности характеристик серверов РСВ, является невозможным статическое ограничение количества подключений на сервер. Идеальной была бы ситуация, когда все устройства записи одинаковые и создают одинаковую нагрузку, а все обслуживающие сервера имеют одинаковые мощности. Однако,

устройства передают видеопоток в различном разрешении, а сервера, запущенные в разное время (предполагается что система будет работать не один год), будут иметь различные вычислительные мощности. Поэтому, без системы адаптивного распределения нагрузки не обойтись. Необходимо, чтобы данная система балансировки учитывала вычислительные мощности каждого рабочего узла, а также текущую нагрузку, создаваемую устройствами.

Забегая наперед, стоит заметить, что нагрузка, создаваемая камерами в дневное время, примерно в два раза выше нагрузки, создаваемой в ночное время. Это связано с переходом камер в черно-белый режим в темное время суток. Данный факт еще раз подтверждает то, что система должна постоянно «держать руку на пульсе» и поддерживать ровно столько подключений устройств к узлу, сколько данный узел способен обслужить.

Итого, для решения задачи необходимо:

1. Выявить наиболее загруженные подсистемы узла.
2. Смоделировать очередь видеозаписи.
3. Предложить алгоритм балансировки нагрузки.
4. Опробовать результаты работы алгоритма.

## Тест серверных подсистем

Тест серверных подсистем будет проводиться следующим образом: система будет запущена всего с одним обслуживающим узлом, для того, чтобы на сервер легла вся возможная на момент теста нагрузка. Важно понимать, что сгенерировать полезный трафик порядка 100Мбит – задача не из легких, поэтому возможны погрешности.

Нагрузка на сервера базы данных и файловой системы рассматриваться не будет по той причине, что она не существенная (очень низкая). Основная нагрузка приходится непосредственно на рабочий узел, принимающий видеопотоки и обрабатывающий их.

Как было замечено ранее, в РСВ высоко нагруженными подсистемами являются: процессор, память, сеть и дисковая подсистема. Далее мы рассмотрим в детальности каждую из них.

Параметры рабочего узла:

*CPU: Intel Core i7, RAM: 16GB DDR3, HDD: 4 TB, SATA, WAN: 1GBlink, OS: Linux, x64.*

Параметры видеокамер:

*Производитель: Partizan, Видеопоток: D1, HD, Full HD, Битрейт: 500kbit/sec - 8Mbit/sec.*

## Тестирование производительности дисковой подсистемы

Тестирование производительности дисковой «dd». Данная утилита, запущенная с параметрами «if=/dev/zero of=/hddtest» будет генерировать ноли и

записывать их в файл «/hddtest»:

```
[root@node1 ~]# dd if=/dev/zero of=/hddtest
5826393+0 records in
5826393+0 records out
2983113216 bytes (3.0 GB) copied, 20.3605 s, 147 MB/s
```

Согласно результатам теста, дисковая подсистема способна записывать в среднем 147 МВ в секунду. Определим, какую нагрузку создают камеры, подключение к серверу «node1». Применяем для этого утилиту «iostat». С помощью параметров «60 60» мы запрашиваем систему замеры средних результатов в течении 60 секунд:

```
[root@node1 ~]# iostat 60 60
Device: Blk_read/sBlk_wrtn/sBlk_read Blk_wrtn
Sda140.8018411.2070492056
```

Согласно инструкции к «iostat», размер одного блока занимает 512 байт:

«Indicate the amount of data read from the device expressed in a number of blocks per second. Blocks are equivalent to sectors with kernels 2.4 and later and therefore have a size of 512 bytes. With older kernels, a block is of in determinate size»

Несложно вычислить, что в момент проведения тестов дисковая подсистема сервера записывает со скоростью:  $18411 \cdot 512 = 9426432$  байт (8,98 Мб) в секунду. Данные результаты показывают, что дисковая подсистема нагружена на  $8,98/147=6,1\%$ . Из рис. 3 мы сможем узнать количество записываемых видеопотоков (одна камера генерирует один поток на запись). Графики на рисунках построены при помощи мониторинговой панели РСВ и программного обеспечения RRDTool [5]:

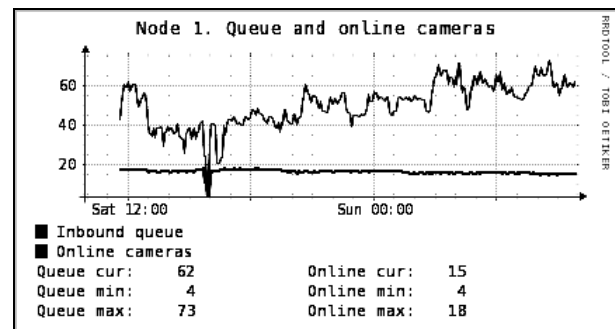


Рис. 3. Online cameras – количество камер, подключенных к серверу в данный момент (нижний график)

В момент проведения тестов «dd» и «iostat» использовался один жесткий диск «/dev/sda». RAID массив на сервере не используется.

Можно подвести итог, что дисковая подсистема практически не загружена и не является узким местом в РСВ.

## Тестирование сетевой подсистемы

Как правило [6], дата центры предлагают подключение к Интернет гигабитным каналом, со сноской о том, что гарантированная пропускная спо-

способность гораздо ниже – 100 или 200 мегабит [7]. На практике это означает, что рассчитывать можно только на нижнюю планку в 100 или 200 мегабит соответственно, но моментальные пиковые нагрузки все же допустимы.

Изучим график сетевой активности сервера «node1»:

Прежде всего, данные графика на рис. 4 подтверждают исследования нагрузки на дисковую подсистему (Inbound cur – отображает текущую сетевую активность в мегабитах): значение в 78 мегабит (9,75 Мб/сек) коррелирует с нагрузкой на дисковую систему с высоким коэффициентом, а значит значения верные.

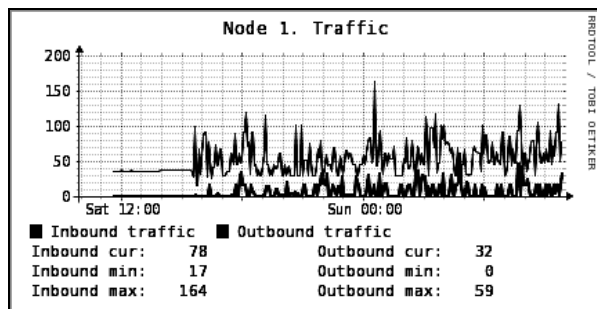


Рис. 4. График сетевой нагрузки

На графике, значение нагрузки на сеть определяется с помощью утилиты «ifstat». Из графика следует, что гарантированный канал в 100 Мбит в момент тестирования используется в среднем на 78%. На графике так же присутствует пик сетевой активности в 164 Мбит.

Можно сделать вывод, что сетевая подсистема используется активно и эффективно, загружая гарантированный канал на 78%. Сетевая подсистема – первое узкое место в РСВ.

## Тестирование оперативной памяти

Единовременно с предыдущими тестами измеряем использование оперативной памяти, используя утилиту «free»:

```
[root@node1 /]# free
totalusedfreesharedbufferscached
1624322816069912173316192508964 12162112
```

Исходя из полученных данных несложно посчитать, что 74% оперативной памяти занимает кэш, который в случае необходимости может быть очищен ядром Linux и использован для нужд запускаемых приложений. Это хороший показатель, и оперативная память не является узким местом в РСВ.

## Тестирование процессора

Основной процесс, использующий ресурсы процессорного времени – компонент видеоаналитики, который анализирует полученное видео на предмет наличия движения в кадре, пересечения виртуальных охраняемых линий и многое другое.

Сервер «node1» использует процессор Intel(R) Core(TM) i7-2600 CPU@3.40GHz, который имеет 4 физических ядра и поддерживает технологию Hyper Threading. Всего в свое распоряжение операционная система получает 8 виртуальных ядер. Это говорит о том, что количество одновременных запусков процессов анализа видео (как самого высоконагруженного процесса в системе) должно коррелировать с числом виртуальных ядер и не превышать его более чем в два раза. Эмпирически установлено, что оптимальное число одновременно работающих модулей видео аналитики – 10.

Осуществляя процесс записи видеопотока, сервер сохраняет видеофрагменты длительностью, заданной в конфигурационном файле. Эмпирически рассчитано, что оптимальная длительность видеофрагмента составляет 30 секунд. Данный видеофрагмент не слишком «тяжелый» для видеоаналитики, занимает немного места, не создает большой паузы между моментом записи и перемещения фрагмента в архив.

Вернемся к работе модулей видео аналитики. Ограничение в 10 одновременных потоков аналитики возвращает нас к графику рис. 3, верхний график которого отражает очередь необработанных полученных видеофайлов. Это те видеофрагменты, которые уже записаны и ожидают обработки модулем видеоаналитики. В зависимости от сложности сцены видеозаписи, разрешения видеозаписи и размера видеозаписи – модуль видеоаналитики тратит различное время на обработку видеозаписи, и как следствие – очередь видеофайлов коррелирует с этим процессом, а также с количеством камер, подключенных к серверу РСВ.

Очередь файлов, превышающая в 4 раза количество подключенных камер, является допустимой, т.к. это означает, что видео будет обработано и перемещено в видеоархив не более чем с минутной задержкой (расчеты будут приведены ниже).

Замеряем среднюю нагрузку на сервер командой «top»:

```
load average: 10.53, 10.50, 10.45
```

Нас интересует параметр Load average, отображающий состояние загруженности системы (если быть совсем точным, то данный параметр отражает период ожидания системных ресурсов выполняемыми процессами) за последние: минуту, 5 минут, 15 минут. Для системы из 8 ядер – значение в пределах нормы должно колебаться в пределах 8 [7]. В нашем случае можно сказать, что система перегружена, однако экспериментально установлено, что количество одновременных запусков модулей видео аналитики не имеет смысла понижать, поскольку Load average отображает нагрузку не только на процессорную подсистему, но и на подсистему ввода-вывода. Это второе узкое место в

системе РСВ и наиболее критичное, так как в условиях увеличения очереди система начнет “захлебываться” (видео будет поступать больше, чем сможет обработать сервер).

Подводя итог, можно сделать вывод, что наиболее критичным параметром серверов РСВ является процессорное время. Вторым по критичности является пропускная способность сети. Для обеспечения стабильности работы РСВ необходимо обеспечить балансировку нагрузки на сервер. Как определить что ресурсов процессора не достаточно? Для этого предлагается провести анализ очереди входящих видеофайлов. Далее мы подключим еще 10 видеокамер и посмотрим, как изменятся наши графики (рис. 5, 6):

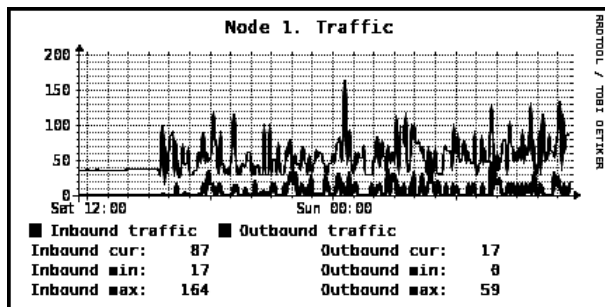


Рис. 5. Сетевой график увеличился до 87 Мбит/сек

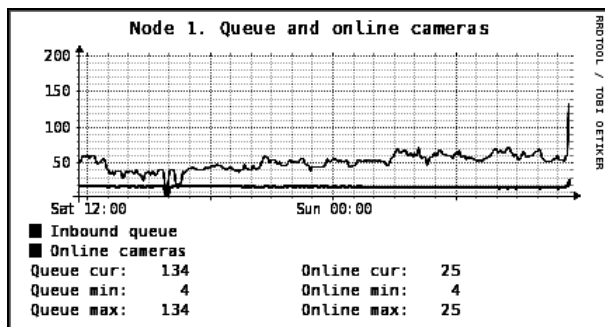


Рис. 6. Очередь файлов (верхний график) и количество подключенных камер увеличилось

Как мы видим из графиков, увеличился сетевой трафик, хоть и незначительно (настройки камер не регулируется автором статьи и зависят исключительно от настроек пользователей РСВ). Однако, в разы увеличилась очередь файлов. Это говорит о том, что величина очереди – объективный параметр, на который можно опираться во время разработки механизма балансировки нагрузки между серверами РСВ. Посмотрим на графики несколько позднее:

На рис. 7 отмечается рост значения Load average, что говорит о том, что рабочие процессы дольше ожидают системные ресурсы.

Рис. 8, 9 сигнализируют о том, что свободное дисковое пространство, отведенное под очередь входящих файлов, стремительно заканчивается. Если свободное место станет равно нулю, то система не сможет записывать новые файлы, что приведет к сбою работы системы.

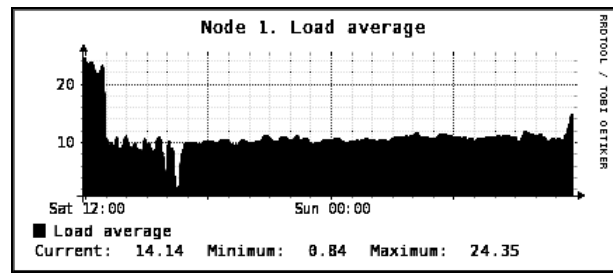


Рис. 7. Средняя нагрузка (Load average)

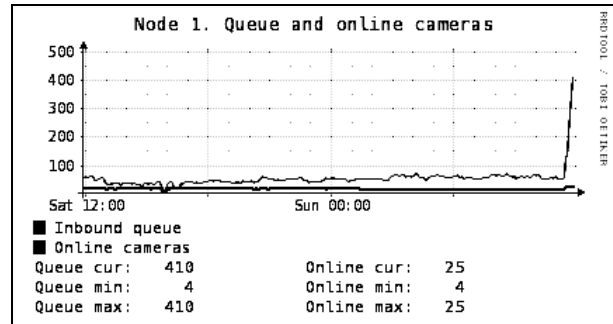


Рис. 8. Очередь видеофайлов увеличилась до критического значения в 410

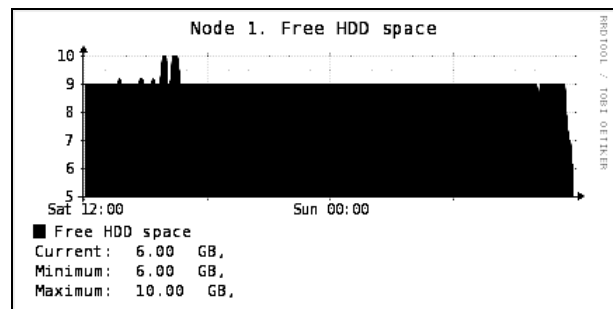


Рис. 9. Свободное дисковое пространство, отведенное под очередь видеофайлов

Значение длины очереди видеофайлов (рис. 8) свидетельствует о том, что файлов в очереди создается больше, чем модуль видеоаналитики может обработать. Для того, чтобы система не «захлебнулась», необходимо отключить часть камер.

Из этих графиков можно сделать вывод, что средняя нагрузка на сервер возросла незначительно (хотя значения и так выше нормы). Это связано с жестким лимитом (10) количества процессов обработки видеозаписей, а дисковая подсистема, как мы отмечали ранее, не загружена. Очередь файлов превысила значение в 400 файлов (соотношение количества файлов к подключенным камерам увеличилось до 8). Мы наблюдаем тренд, что величина очереди продолжает расти. Из рис. 8 следует еще один критический фактор: при увеличивающейся длине очереди сокращается свободное место на разделе диска, отведенном под очередь входящих видеофайлов. При не сложных подсчетах можно прогнозировать, что при очереди файлов, превышающих 1000, свободное место на данном разделе закончится и запись прекратится, что грозит сбоем системы.

Свободное место на диске – третий критический фактор, который необходимо учитывать.

Подводим итоги тестирования. Критических компонентов на серверах РСВ всего три: процессорное время, сетевой канал, свободное место на диске. Контролировать эти параметры достаточно легко: необходимо замерять Load average, свободное место на диске, а также длину очереди видеофайлов.

### Моделирование балансировки нагрузки с помощью СМО

Система массового обслуживания (СМО) – одна из методик, позволяющих смоделировать поведения РСВ. Согласно характеристикам РСВ, данную систему можно отнести к классу СМО [2] с ожиданием, т.к. рассматриваемая система содержит буфер, который создает очередь входящих файлов, а также не допускает пропуск (удаление) видео фрагментов из очереди. Требования (видеофайлы) выбираются из очереди по принципу FIFO, что позволяет обрабатывать видеозаписи в логически правильном, последовательном, порядке.

### СМО модель облачной системы видеонаблюдения

Определим основные компоненты СМО:

*Требования* – видеофрагменты, поступившие на обработку.

*Входящий поток требований* - очередь видео фрагментов, хранящихся на сервере до обработки и перемещения в облачный видеоархив.

*Время обслуживания* – период времени, в течение которого обслуживается требование (в нашем случае это период времени, необходимый на анализ поступившего видео фрагмента).

*Время ожидания в очереди* – период времени, в течение которого видео фрагмент ожидает обработку.

*Обслуживающая система* – процесс видеоаналитики. Количество одновременных процессов анализа видео ограничено в системе эмпирическим значением, равным 10.

*Интенсивность потока*, в нашем случае, равна количеству подключенных к серверу видеокамер.

В среднем, сервер принимает 15 одновременных подключений видеокамер. Это в свою очередь генерирует интенсивность потока:  $\lambda = 15 * 2 * 60 = 900$  видеофайлов в час.

Интенсивность потока обслуживания (согласно усредненных экспериментальных данных) составляет  $\mu = 120$  видео фрагментов в час на одну обслуживающую систему (время обслуживания одного видео фрагмента составляет ( $T_p = 30$  сек).

Загруженность системы ( $\rho$ ) составляет:

$$\rho = \frac{\lambda}{10 * \mu} = \frac{900}{10 * 120} = \frac{3}{4} = 0,75.$$

Нагрузка системы на 1 канал (требования распределяются равномерно между обслуживающими системами):

$$\psi = \rho = 0,75.$$

Среднее число заявок, находящихся в очереди:

$$N_{\text{line}} = \frac{\psi^2}{(1 - \psi)} = \frac{0,5625}{0,25} = 2,25.$$

Исходя из данного значения, можно сделать вывод, что обработанный видеофайл попадает в обработку с задержкой  $T_s = 2,25 * T_p = 67,5$  секунд, что является допустимым значением. В среднем, видеофрагмент находится в системе до перемещения в облачный архив:

$$T_{\text{sum}} = T_s + T_p = 67,5 + 30 = 97,5 \text{ сек.}$$

Вероятность простоя системы:

$$p_0 = \psi^0 (1 - \psi) = 0,25.$$

Вероятность того, что в системе количество заявок не превышает количество обслуживающих систем:

$$p_1 = \psi^1 (1 - \psi) = 0,1875.$$

Вероятность того, что в системе количество заявок дважды превышает количество обслуживающих систем:

$$p_2 = \psi^2 (1 - \psi) = 0,140625.$$

Исходя из полученных данных, можно сделать вывод, что величина простоя системы высокая ( $p_0 = 0,25$ ), следовательно сервер может обслужить более 15 камер. Схема СМО, функционирующая в РСВ, приведена на рис. 10.

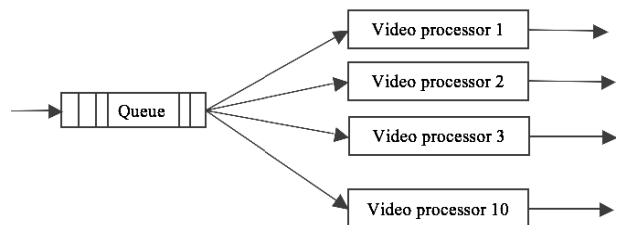


Рис. 10. Схема СМО, функционирующая в РСВ

### Балансировка нагрузки

Перечислим параметры, с которыми должен оперировать механизм балансировки нагрузки:

- HDDSpace – количество свободного пространства на диске, при достижении которого механизм балансировки должен отключать излишние камеры. Минимальное значение данного параметра составляет 1 Гб. Данное значение позволит не менее 5 минут формировать очередь входящих видеофайлов, если отключение одной камеры не помогло справиться с перегруженностью сервера РСВ.

- WANSpeed – гарантируемый сетевой канал сервера. По умолчанию принимает значение в 100 Мбит/сек, но может быть увеличен индивидуально для каждого вычислительного узла.

- Load Average – коефіцієнт завантаженості системи,  $\lambda$  – актуальна довжина череди в момент перевірки, а також  $\mu_n$  – кількість фактично оброблених відеофайлів за останній час. Формула розрахунку трохи модифікується:

$$p = \lambda / \sum \mu_n .$$

- Frequency – частота перевірок (запусків механізму балансування).
- MaxCameras – результат вирахувань механізму балансування навантаження.

Схема моделі роботи механізму балансування навантаження – схема 4.

Параметр ( $p > 1$ ) включає в себе також перевірку інших параметрів: HDDSpace і WANSpeed. В тому випадку, якщо HDD Space або WAN Speed перевищують задані в налаштуваннях балансувальника константи – система буде зменшувати параметр MaxCameras, і, відповідно, відключати пристрої.

Схема роботи механізму балансування навантаження приведена на рис. 11.

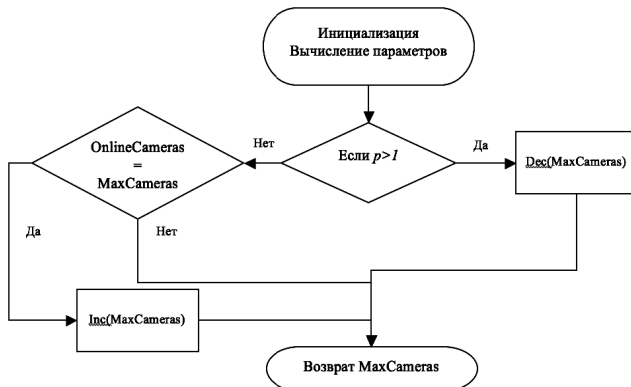


Рис. 11. Схема роботи механізму балансування навантаження

## Заключення

Предложена в данной статье схема обладает многими преимуществами.

Во-первых, ограничение количества подключенных камер к серверу не может меняться резко. Это исключает возникновение излишнего простоя оборудования, так и его моментальной перегрузки. Во-вторых, за один запуск механизма балансування может быть отключена только 1 камера (которая после принудительного отключения подключиться к другому, более свободному серверу PCB), либо же увеличит квоту сервера на 1 камеру, но только при условии, что сервер уже достиг количества максимально подключенных камер.

Практика показывает, что запуская механизм балансування 1 раз каждые 10 минут, система успешно балансується, не допуская критических значений параметров.

## Список литературы

1. Partizan Cloud. [Электронный ресурс]. – Режим доступа к ресурсу: <http://cloud.partizan-cctv.com>.
2. Хемди А. Таха. Глава 17. Operations Research: An Introduction. – 7-е изд. – М.: Вильямс, 2007. – С. 629-697.
3. SETI@HOME. [Электронный ресурс]. – Режим доступа к ресурсу: [http://seticlassic.ssl.berkeley.edu/about\\_seti/about\\_seti\\_at\\_home\\_1.html](http://seticlassic.ssl.berkeley.edu/about_seti/about_seti_at_home_1.html).
4. OpenCV. [Электронный ресурс]. – Режим доступа к ресурсу: <http://opencv.org/>.
5. RRD Tool. [Электронный ресурс]. – Режим доступа к ресурсу: <http://oss.oetiker.ch/rrdtool/>.
6. ДЦ ColoCall. [Электронный ресурс]. – Режим доступа к ресурсу: <http://www.colocall.net/colocation/colocation-dedicated-vds.html>.
7. ДЦ Hetzner. [Электронный ресурс]. – Режим доступа к ресурсу: [https://www.hetzner.de/us/hosting/products\\_rootserver/px60](https://www.hetzner.de/us/hosting/products_rootserver/px60).
8. CPU Load average. [Электронный ресурс]. – Режим доступа к ресурсу: <http://habrahabr.ru/post/216827/>.

Поступила в редколлегию 7.08.2015

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. В.В. Литвинов, Черниговский национальный технологический университет, Чернигов.

## БАЛАНСУВАННЯ НАВАНТАЖЕННЯ В РОЗПОДІЛЕНИХ ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ СИСТЕМАХ

Є.І. Дятлов

Стаття присвячена проблематиці балансування навантаження в розподілених системах обробки даних. Автором розглядається окремий випадок розподіленої системи – розподілена система відеоспостереження. У статті вивчається питання високонавантажених підсистем і розглядається питання розподілу навантаження між обчислювальними вузлами. У статті приведені статистичні і аналітичні матеріали, на яких базується логіка розподілу навантаження між обчислювальними вузлами реальної системи відеоспостереження. На основі отриманих даних створюється модель розподілу навантаження із застосуванням технологій СМО.

**Ключові слова:** розподілені системи обробки даних, балансування навантаження.

## BALANCING OF LOADING IS IN THE DISTRIBUTED CALCULABLE SYSTEMS

Ye.I. Dyatlov

The article is devoted to the problem of balancing of loading in the distributed systems of processing of data. An author examines the special case of the distributed system – distributed system of videovigilance. In the article the question of high-rate subsystems is studied and the question of partition of load is examined between calculable knots. Statistical and analytical materials which logic of partition of load between the calculable knots of the real system of videovigilance is based on are resulted in the article. On the basis of findings the model of partition of load is created with the use of technologies of SMO.

**Keywords:** distributed systems of processing of data, balancing of loading.