**LIST OF ACRONYMS (Список скоращений)**

**BBU** -- Base Band Unit (1–3, 5) -- Базовый блок полосы

BBU по сути представляет собой небольшой сервер, высотой 2-3 юнита, который может быть установлен либо в телекоммуникационной стойке (если существует какое-либо выделенное помещение), либо в климатическом шкафу на крыше здания, либо непосредственно на столбе/радиомачте для BBU внешнего (outdoor) исполнения.

**BB** – Base Band - В [телекоммуникациях](https://en.wikipedia.org/wiki/Telecommunication) и [обработке сигналов](https://en.wikipedia.org/wiki/Signal_processing) основная **полоса частот** — это диапазон частот, занимаемый [сигналом](https://en.wikipedia.org/wiki/Signal_(electrical_engineering)) , который не был [модулирован](https://en.wikipedia.org/wiki/Modulation) до более высоких частот.

**CB** -- Code Block (3–6, 11) – Блок кода

**CBS** -- Code Block Size (4) – Размер блока кода

**CO** -- Central Office (1–3) – Центральный офис

**COTS** -- Commercial off-the-shelf (1) – Коммерческий готовый

**CP** Cyclic Prefix. (3)

**CRC** Cyclic Redundancy Check. 4

**EDF** Earliest Deadline First. 2

eNB eNodeB. 1–3, 5, 9–11 - базовая станция сети стандарта [LTE](http://celnet.ru/4G.php).

FDD Frequency Division Duplex. 9

GPP General Purpose Processor. 5

HARQ Hybrid Automatic Repeat-Request. 5

IoT Internet of Things. 2

KVM Kernel-based Virtual Machine. 2

LTE Long Term Evolution. 1

LXC Linux Containers. 2

MCS Modulation and Coding Scheme. 3

NFV Network Function Virtualization. 1 - Виртуализация сетевых функций

NRB Number of Resource Blocks. 3

OAI Open Air Interface. 1, 2, 9

OS Operating System. 3

PDCP Packet Data Convergence Protocol. 2

PS Processor Sharing. 2, 4

QoE Quality of Experience. 2

QoS Quality of Service. 2 Качество обслуживания

RAN Radio Access Network. 1

RAT Radio Access Technologie. 2

RB Resource Block. 3–5

RE Resource Element. 3, 4

RLC Radio Link Control. 2

RRH Radio Remote Head. 2, 4, 5 -Радиомодули (Remote Radio Unit, RRU) – их еще называют радиоголовками (Remote Radio Head, RRH) – устанавливают на вышке сотовой связи, в непосредственной близости от антенн.

Передача радиосигналов между BBU и RRU осуществляется через фронтхол (fronthaul), роль которого пару десятков лет исполнял коаксиальный кабель. Затухание в этом кабеле заметно ухудшало отношение сигнал/шум, надежность и качество связи. Замена коаксиала оптическим волокном, с одной стороны, привела к переносу функций оцифровки сигналов (АЦП/ЦАП) в радиомодули (и существенному улучшению параметров последних). С другой стороны, она сняла прежние ограничения на допустимое расстояние между модулями RRU и BBU.

SISO Single Input Single Output. 9

SLA Service Level Agreement. 2

TB Transport Block. 3, 5, 6

TBS Transport Block Size. 3–5

UE User Equipment. 1–5, 9, 11 -- Пользовательское оборудование

vBBU virtualized BBU. 2–4

VM Virtual Machine. 1, 3

VNF Virtualized Network Function. 1, 2, 4 виртуальная сетевая функция.

VNO Virtual mobile Network Operator. 2

VRRM Virtual Radio Resource Management. 2

Восходящий поток – поток сигналов, передающийся от пользовательского оборудования в сеть

Нисходящий поток – поток сигналов, передающийся из сети на пользовательского оборудование

Авторы также концентрируются на эффекте затухания сигнала и используют обычно применяемую модель распространения сигнала следующим образом,

\[

P\_r=Gr^{-\alpha} h P.

\]

где $P\_r$, $P$, $r$ и $\alpha$ обозначают принимаемую мощность, передаваемую мощность, расстояние распространения и показатель потерь на пути, соответственно. Кроме того, $G$ - это коэффициент потери пути, а случайная величина $h$ используется для моделирования медленного затухания и она подчинается логарифмически нормальному распределению. В соответствии с этими предположениями принятый сигнал для типичного пользователя, обозначаемого как пользователь $u^{th}$, задается,

\[

y\_u = r^{-\alpha/2}\_u\sqrt{Gh\_u P}s\_u + \sum\limits\_{j\neq u, j\in A} r^{-\alpha/2}\_j\sqrt{Gh\_jP}s\_j + n\_0

\]

где $r\_u$ - расстояние между пользователем и обслуживающим его $RRH$, $r\_j$ расстояние между пользователем и $j$-м создающим помехи $RRH$ и $n\_0 \in C$ -- аддитивный белый гауссовский шум ($AWGN$) в приемнике, обозначаемый как $n0 \sim CN(0,\sigma^2\_n)$. Из пердыдущей формулы вычисляется отношение сигнал/помеха плюс шум (SINR):

\[

SINR\_u = \frac{h\_u g(r\_u)P}{\sum\limits\_{j\neq u, j\in A} h\_j g(r\_j)P + \sigma^2\_n},

\]

где $\sigma^2\_n$ -- мощность шума, и $g\_r = Gr^{-\alpha}$. Сбой происходит, если полученное значение $SINR$ падает ниже порогового значения $\gamma$, и операция проходит успешно, если $SINR\_u > \gamma$. Взаимосвязь между вероятностью отказа ($P\_{out}$) и вероятностью покрытия ($P\_{cov}$) равна,

\[P\_{cov} = 1 - P\_{out} = Pr(SINR\_u >\gamma)\]

Средняя пропускная способность каждого активного $RRH$, обозначаемая как $R$, определяется по формуле,

\[

R = B(E)[log\_2(1+SINR\_u)],

\]

где $(E)[.]$ обозначает ожидаемое значение. Также определяется пропускная способность пользователя как средняя пропускная способность на одного пользователя, заданная с помощью,

\[

R\_u(t) = B\_u(t)(E)[log\_2(1+SINR\_u)].

\]

Нельсон и др. в \cite{24} оценивают производительность различных моделей параллельной обработки при рассмотрении “централизованных” (а именно, доступ с одной очередью в многоядерных системах) и “распределенных” архитектур (а именно, доступ с несколькими очередями в многоядерных системах). Также рассматриваются модели параллелизма (так называемое “расщепление”) и непараллелизма (так называемое “отсутствие расщепления”).

В данной работе рассматривается ситема массового обслуживания типа $M^{[X]}/M/c$. Система состоит из $c$ идентичных серверов, обслуживающих одну очередь. Требования поступают в систему в соответствии с распределением Пуассона с параметром $\lambda$. Каждое требование состоит из одной или нескольких задач, которые могут обрабатываться независимо друг от друга. В частности, пусть $X$ - случайная величина, которая обозначает количество задач в требование. Авторы предполагают, что $X$ имеет распределение вероятностей $\alpha\_i = P[X=i], i=1,2,...$ и функцию генерации вероятности $X(z)=\sum\_{i=1}^{\infty} \alpha\_i z^i$. Предполагается, что время обслуживания, является экспоненциальной величиной с параметром $\mu$ и не зависит

от требований к обслуживанию всех других задач.

Авторов интересует устойчивое поведение этой cистемы. В частности, внимание фокусируется на времени отклика случайного требования, т.е. на интервале времени, измеряемом с момента поступления требования до завершения обслуживания последней задачи связанный с этим требованием. Архитектуру системы состоит из очереди для задач, ожидающих обслуживания, серверов $C$ и зоны ожидания для задач, которые завершили обслуживание, но ожидают завершения последней задачи, связанной с требованием (рисунок 2.4). Все задачи в рамках требования покидают последнюю зону ожидания, когда все они завершат свое обслуживание. Также предполагается, что обслуживание требований запланировано в порядке поступления в систему в порядке очереди. Задачи в рамках одного требования планируются в

случайном порядке.

Результаты показывают, что при любой загрузке системы (а именно $\rho$) наименьшее среднее время отклика при обрабоке требований достигается системой “централизованной / разделяющей”, т.е. наилучшая производительность с точки зрения задержки (время отклика) достигается при обработке параллельно выполняемых задач в едином общем пуле ресурсов (рисунок 2.4).

\begin{figure}[!h]

\centering{\includegraphics[height=8cm]{3 (4).png}}

\caption{ Системы параллельной обработки}

\label {Рисунок 1}

\end{figure}