

УДК 004.738.5-047.44

## АНАЛИЗ НЕОДНОРОДНОГО ТРАФИКА В СОТОВЫХ СЕТЯХ ОБСЛУЖИВАЮЩИЕ M2M ПОДКЛЮЧЕНИЯ

КОЖИБАЕВ Д. А.

*Евразийский Национальный Университет имени Л.Н. Гумилева  
(г. Астана, Казахстан)*

*E-mail: [k.daniyar25@mail.ru](mailto:k.daniyar25@mail.ru)*

**Аннотация.** С внедрением внутриполосного дополнения разработанный специально для межмашинного трафика, в докладе определяются методы деления ресурсов сети сотовой связи посредством математического моделирования. Рассматриваются ключевые способы применения полосы ресурсов, модели трафика исключительно межмашинного соединения и трафика, смешанного с мультисервисными данными.

**Abstract.** With the introduction of an in-band supplement designed specifically for machine-to-machine traffic, the report defines methods for dividing cellular network resources through mathematical modeling. The key ways of using resource bandwidth, traffic models exclusively of machine-to-machine connection, and traffic mixed with multiservice data are considered.

### Введение

На сегодняшний день интеллектуальные приложения и M2M данные стали причинами стремительного роста трафика, передаваемого в сотовых сетях связи. Это, несомненно стало особенностью перехода к новому поколению сетей. У операторов связи остается актуальной задачей обеспечение корректной работы в массовом обслуживании, не только мультисервисного трафика, но и данных передаваемых и получаемых машинами. Объем таких больших данных разного характера создает неоднородность конечного трафика, передаваемого в сотовых сетях. Таким образом, проблема заключается в правильном использовании ресурсов радиоканала [1].

С появлением новых устройств в сенсорных сетях возрастает роль интеллектуальных систем и технологий сбора информации, которые являются основными двигателями развития IoT [2]. Однако предлагающие новые возможности (например, потоковое видео) такие устройства требуют больших скоростей и возможности передачи на дальние расстояния. Сотовые сети позволяют организовать такую передачу с совместным использованием вышесказанных типов трафика, но требуют правильных мер для распределения ресурсов [3].

В данной статье будет проведен анализ работы современных мер деления радиоресурсов базовых станций. Модель планирования ресурсов формализована в виде функции распределения потребностей в ресурсах с учетом разнообразных данных, генерирующих трафик [4]. Предлагаемые схемы описывают наилучшие сценарии, которые направлены на обеспечение компромисса между двумя типами трафика, гарантируя производительность сети и избегая неэффективного использования имеющихся ресурсов. Работа будет охватывать вопросы построения и анализа обобщенной модели динамического распределения ресурсов узлов беспроводного доступа при обслуживании разнородного трафика Интернета вещей [6]. Дифференцированное обслуживание неоднородного трафика на основе использования предложенной процедуры для динамического сценария распределения ресурсов, в отличие от традиционного решения той же задачи с использованием статического сценария, когда ресурс распределяется в определенной пропорции между входящими информационными потоками, может повысить качество обслуживания сеансов связи и повышение эффективности использования ресурсов узла доступа [5].

**Основная часть**

Системы M2M способствуют изменению трафика в сотовых сетях характеризуя его следующим образом:

- коротким временем взаимодействия конечных машин;
- огромным количеством подключений;
- малой долей пропускной способности сети принимающей стороны.

При организации связи, трафик будет разделен на два типа: А - высокий и В - низкий уровни передающих и принимаемых M2M устройствами. Трафик поступающий от таких аппаратов сбора информации как видекамеры соответствует типу А, требующих большой полосы пропускания, в то время как типу В подлежат устройства реагирования, контроля или обнаружения тех или иных внешних характеристик. Сота, обслуживающая оба типа трафиков может столкнуться с резким увеличением восходящих нагрузок, замедляя корректную работу всей сетевой инфраструктуры. Такому потоку данных, исходящих из разного типа генерации, требуется механизм управления с целью избежания потери полезных пакетов данных в LTE/5G.

Для проведения качественного анализа указаны некоторые параметры системы в таблице.

**Таблица 1.** Характеристики трафика M2M системы

Характеристика	Обозначение
$1/\mu$	Продолжительность LTE/5G сессии
$\Theta$	Скорость сессий NB-IoT
$\Lambda$	Интенсивность потока NB-IoT
$N$	Интенсивность потока LTE/5G
$C$	Количество начальных каналов в одной соте
$c$	Количество начальных каналов в ресурсном блоке
$R_{LTE/5G}$	Количество каналов в LTE/5G
$R_{NB}$	Количество каналов в NB-IoT
$b$	Количество каналов для сессий NB-IoT
$d$	Количество каналов для сессий LTE/5G

В распределение ресурсов между двумя типами трафика каналы определяются следующим образом:

$$C_{LTE/5G} = C - R_{LTE/5G} \quad C_{NB} = C - R_{NB}. \quad (1)$$

При эксплуатации одного канала для типа А длительность обслуживания составит:

$$\rho_1 = \nu / \mu, d = 1 \quad (2)$$

При эксплуатации одного канала для типа В:

$$\rho_2 = \lambda \theta, b = 1 \quad (3)$$

Тогда схема деления ресурсов для разных трафиков представлена в рисунке 1.

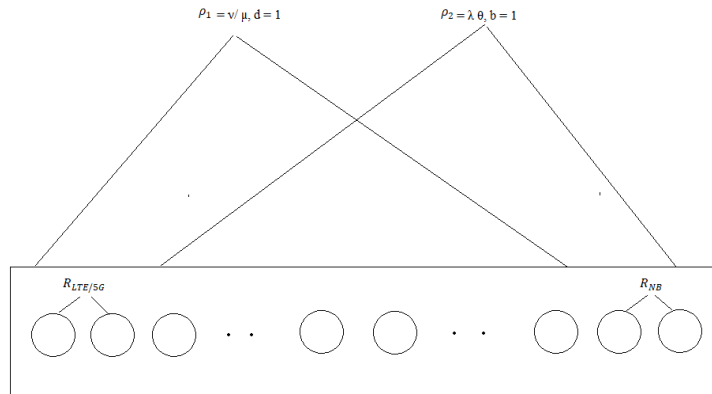


Рис. 1. Схема деления ресурсов в сети

При таком моделировании трафика используются кластеры, которые представляют собой Марковский процесс.

Действие механизма деления радиоресурса определяется тем, что заявки на прохождение трафика В типа имеют скорость  $c_1$  бит/с и поступившая заявка на прохождение трафика А типа имеет скорость соты, которая зависит от загруженности соты и меняется динамически.

Различают несколько методов деления ресурсов в сотовой сети:

1. Статический метод, когда выделяется одинаковое количество начальных каналов. В таком случае, радиоресурсы строго разделены для двух типов трафиков.
2. Динамический метод, когда всю долю ресурсов назначают двум типам трафика.
3. Динамический, с резервом, когда делится некоторая часть радиоресурса.

В системах межмашинного соединения трафик также моделируется посредством ON, OFF режимов указанный на рисунке 2. В режиме ON устройства сбора информации могут передавать пакеты в PU, PE, ED состояниях. ED – Event-Driven состояние характерное для систем с устройствами постоянной активности. Такой трафик рассматривается в случаях устройств реагирования и инициирования. PE – Periodic Update, характерно для опрашиваемых с определенной периодичностью устройств.

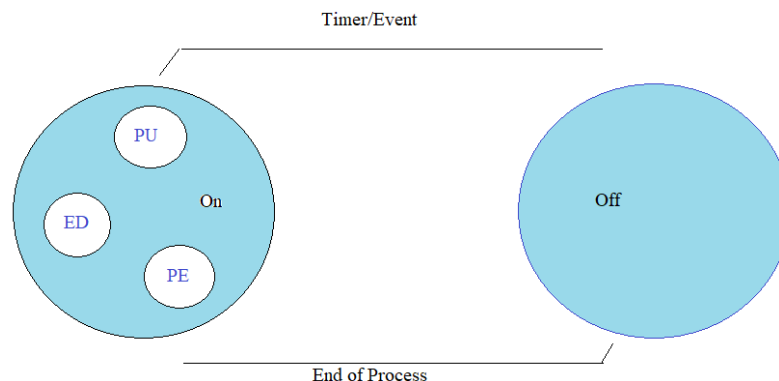


Рис. 2. Модель ON/OFF

### **Заключение**

В статье был разработан метод анализа деления ресурсов сотовой сети, в котором определены два типа трафика: широкополосный видеотрафик и трафик с низкой скоростью передаваемый и получаемый различными датчиками. С помощью полученной модели возможно исследовать дальнейшие характеристики и особенности передачи разного рода трафика в одной сотовой сети.

### **Список использованной литературы**

1. Мухамеджанова А.Д., Туманбаева К.Х. Сравнительный анализ математических моделей M2M // Вестник Казахстанско-Британского технического университета, 2019, №3. – С.3-4.
2. Vishnevsky V.M., Samouylov K.E., Naumov V.A., Krishnamoorthy A., and Yarkina N. Multiservice Queueing System with MAP Arrivals for Modelling LTE Cell with H2H and M2M Communications and M2M Aggregation. Springer International Publishing, 2017–5 p.
3. Ahlem S., Wael D., Emna C., Lamia C.. 5G Radio Resource Management Approach for Multi-Traffic IoT Communications. Computer Networks, 2019. – 7 p.
4. Salman A. AlQahtani. Analysis of an Adaptive Priority-Based Resource Sharing Scheme for Multiservice IoT Communications Over LTE-A Networks. Arabian Journal for Science and Engineering, 2020. – 4p.
5. Malak D., Dhillon H. S., and Andrews J. G. “Optimizing data aggregation for uplink machine-to-machine communication networks”. IEEE Trans. Commun, 2016. – pp. 1274–1290
6. Pablo S., Jose M. A., Qi W., Jorge Bernal B. and Antonio S. Efficient Network Traffic Filtering for Multitenant IoT Cellular Networks. Security and Communication Networks, 2018. – 7 p.