

## АНАЛИЗ АЛГОРИТМОВ СЛУЧАЙНОГО МНОЖЕСТВЕННОГО ДОСТУПА ПРИ МАНИПУЛЯЦИИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ ВЗАИМОДЕЙСТВУЮЩИХ ПОТОКОВ

О.И. Миломаева<sup>1</sup>, А.А. Хворов<sup>2</sup>, И.И. Пасечников<sup>1</sup>

*ОАО ТНИИР «Эфир», г. Тамбов» (1); Тамбовское высшее военное авиационное инженерное училище радиоэлектроники (Военный институт) ТВВАИУРЭ (ВИ) (2)*

*Представлена членом редколлегии профессором Ю.Л. Муромцевым*

**Ключевые слова и фразы:** взаимозадержанные пульсации; детектирование несущей; обнаружение конфликтов; пуассоновский поток; пульсирующий трафик; случайный множественный доступ.

**Аннотация:** Рассмотрена эффективность использования  $P$ -настойчивого алгоритма передачи пакетов в канал общего пользования. Показано, что введение взаимозадержанных пульсаций может привести к более эффективному использованию ресурса канала.

---

В условиях воздействия информационных потоков, обладающих случайным характером появления сообщений, в каналах с общим ресурсом пользования применяются методы случайного множественного доступа (СМД) [1]. Одним из наиболее распространенных является СМД с обнаружением конфликтов и детектированием несущей (CSMA/CD, используется в сетях Ethernet). Очевидно, свойство контроля несущей (ее детектирование) и обнаружение конфликтов позволяют минимизировать конфликты в канале с общим ресурсом. Помимо этого, на эффективность функционирования канала СМД влияет степень активности пользователей в условиях неопределенности состояния канала.

Целью работы является исследование эффективности использования канала с общим ресурсом на основе регулирования статистических характеристик входящих в него потоков от различных каналов связи (КС).

В условиях, когда интенсивность входных потоков соизмерима со средней скоростью обслуживания, разумно использовать протокол  $P$ -настойчивой передачи. При этом пакет, поступающий для передачи по каналу, считается изначально попавшим в конфликт, а его передача осуществляется с вероятностью  $P$ .

Структурная схема модели передачи пакетов информации двумя независимыми источниками в канал общего доступа (в дальнейшем канал СМД) приведена на рис. 1. Среднее время между пакетами одинаково для обоих источников и равно  $t_{\text{ср}}$  условных единиц (в дальнейшем – с). Пуассоновские потоки сгенерированных пакетов поступают в накопительные буферы соответствующих входных каналов. Перед передачей информации в канал СМД пакет помещается в буфер передачи единичной емкости и уничтожается только после того, как его копия будет успешно передана по этому каналу. Сегментация временных интервалов (модель синхронной АЛОНА) осуществляется схемой управления ключом: ключ «открывает» канал связи СМД на промежутки  $t_{\text{пер}} = 10$  с, продолжительность которых

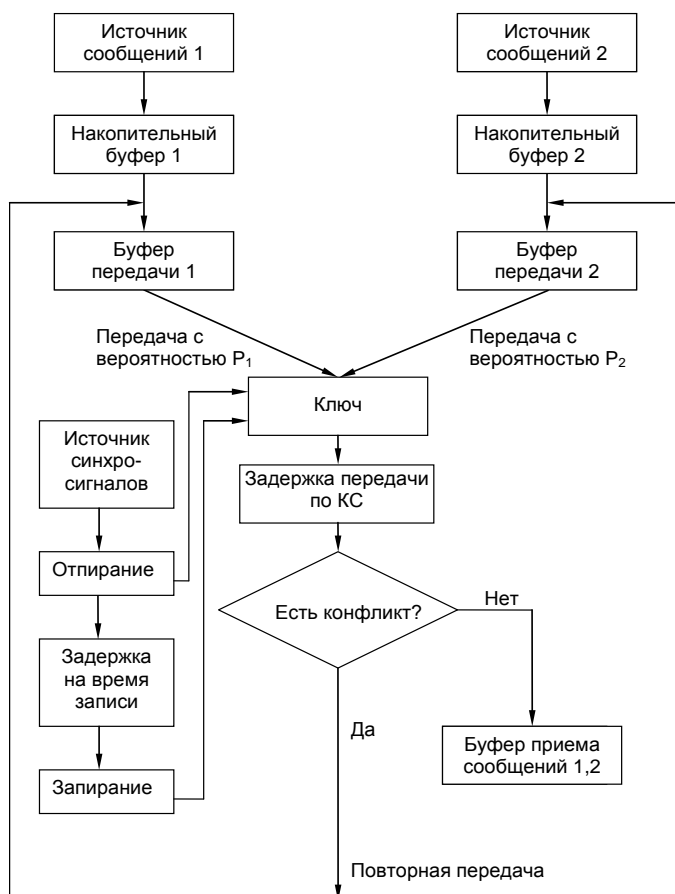


Рис. 1. Структурная схема модели передачи пакетов

соизмерима со временем передачи одного пакета. В начале периода каждого интервала осуществляется имитация начала передачи пакета из буфера передачи 1 с вероятностью  $P_1$  и из буфера передачи 2 с вероятностью  $P_2$ . По окончании интервала времени  $t_{пер}$  производится анализ процесса совместной передачи: если КС был занят двумя пакетами одновременно, осуществляется попытка повторной передачи при следующем открытии ключа. При считывании одного пакета (из какого-либо входного КС) принимается решение об его успешной передаче, освобождается соответствующий буфер передачи для очередного пакета из накопительного буфера.

Результаты моделирования показывают, что для передачи данных по вышеописанному алгоритму с минимальной задержкой (задержкой считаем интервал времени между поступлением пакета в накопительный буфер и окончанием успешной передачи этого пакета) время между поступающими пакетами должно быть  $t_{ср} \geq 45$  с. При  $t_{ср} = 45$  с и вероятностях  $P_1 = P_2$ , значения которых лежат в интервале  $[0,5 \dots 0,6]$ , эффективность функционирования канала наибольшая (рис. 2).

При настойчивой передаче пакетов по одному входному КС, с целью минимизации повторных передач, вероятность передачи во втором канале должна быть малой. На рис. 3 (а, б) показаны результаты моделирования. Вероятность повторной передачи в первом канале принята равной  $P_1 = 0,9$ , во втором – меняется в диапазоне от  $P_2 = 0,4$  до  $P_2 = 0,65$ . Как видно, эффективность первого канала достигается временными потерями во втором канале.

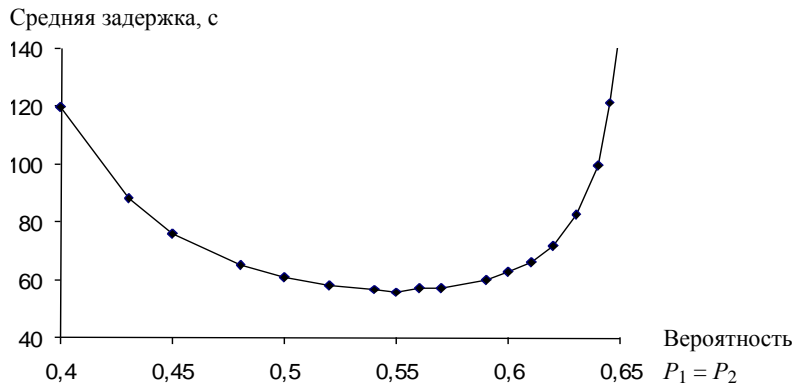


Рис. 2. Зависимость среднего времени задержки пакетов от вероятности  $P$ -настойчивой передачи

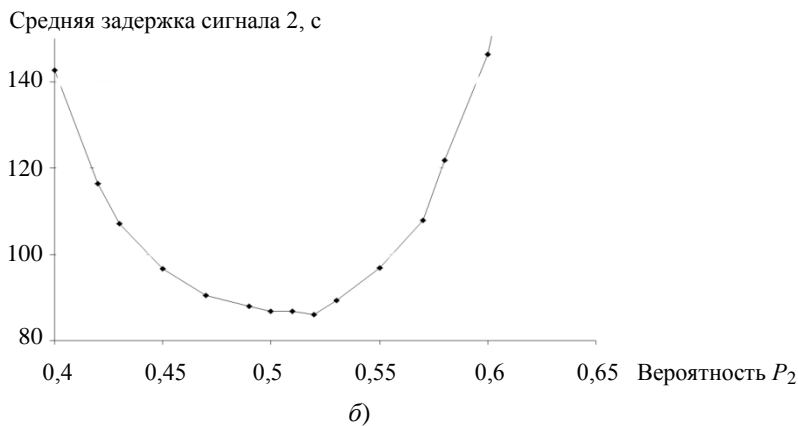
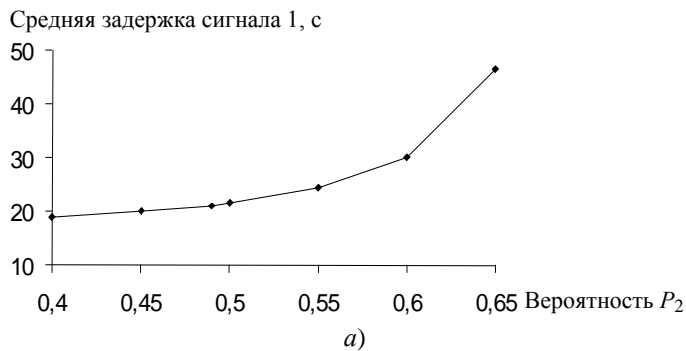
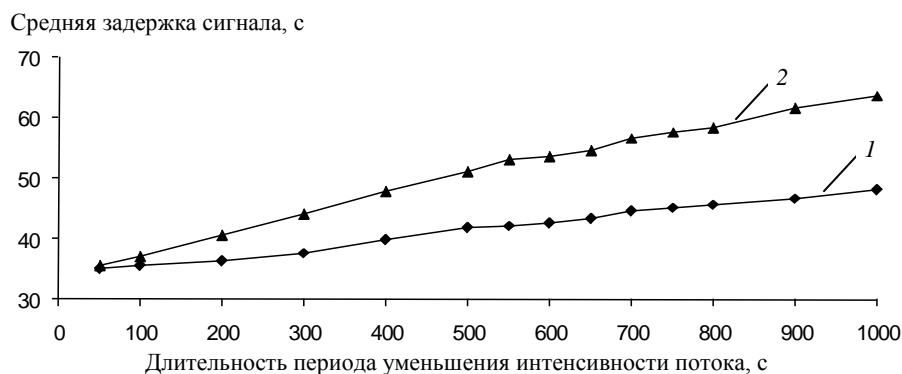
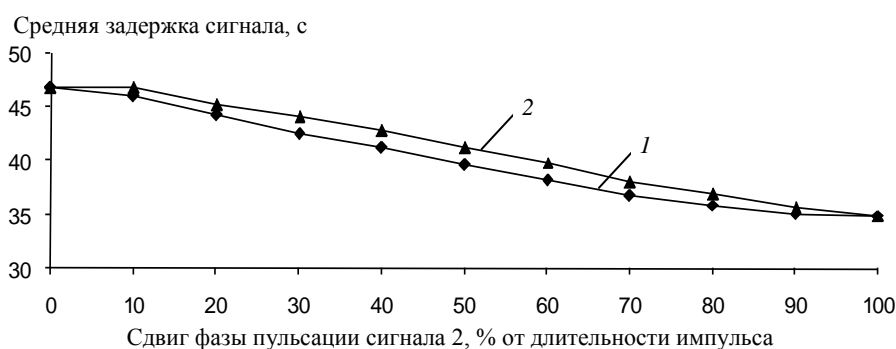


Рис. 3. Зависимость средней задержки от вероятности  $P_2$ :  
 а – для КС 1; б – для КС 2

Для определения влияния пульсирующего трафика (под пульсирующим трафиком понимается поток пакетов, интенсивность которого периодически меняется на определенную величину) одного канала на второй проведено моделирование, когда во втором канале интенсивность уменьшалась на 50 % в полупериоде входящего потока. В этом случае  $t_{cp}$  во входных каналах (поток является также пуассоновским) может быть меньшим:  $t_{cp} \geq 40$  с. На рис. 4 (при среднем интервале между поступлениями пакетов равном 40 с) показано, что пульсация потока во



**Рис. 4. Зависимость средней задержки сигналов от длительности интервалов снижения интенсивности потока КС 2:**  
1 – для КС 1; 2 – для КС 2



**Рис. 5. Зависимость средней задержки сигналов от сдвига фазы пульсации КС 2 относительно пульсации КС 1:**  
1 – для КС 1; 2 – для КС 2

втором канале может существенно снизить задержку в параллельном канале (в первом).

Результаты моделирования приведены для случая  $P_1 = P_2 = 0,55$ .

Если предположить, что имеется возможность управления пульсациями потоков в канале, то, желательно, они должны быть в противофазе. График зависимости средней задержки пакетов в первом и во втором каналах от запаздывания фазы пульсации потока второго КС относительно фазы пульсации потока первого канала приведен на рис. 5 (0 – пульсация синхронна; 100 – пульсация в противофазе). Длительность импульсов снижения интенсивности потоков 500 с.

Зависимость временной задержки от степени уменьшения интенсивности потоков во время периодов снижения интенсивности приведена на рис. 6. В данном примере вероятности  $P$ -настойчивой передачи  $P_1 = P_2 = 0,55$ , длительность импульсов снижения интенсивности потоков 500 с, среднее время между поступлением пакетов  $t_{\text{ср}} = 40$  с. Пульсации для КС 1 и КС 2 происходят в противофазе.

Результаты исследований показывают:

- при высокой фиксированной вероятности повторной передачи в одном канале ( $P_1 = 0,9$ ), вероятность, минимизирующая задержки передаваемых пакетов второго канала, имеет значения в интервале от  $P_2 = 0,5$  до  $P_2 = 0,6$ ;

- при введении принудительной пульсации трафика, в том числе взаимозадержанной, появляется возможность регулировать эффективность использования общего ресурса канала СМД.



**Рис. 6. Зависимость средней задержки сигналов от степени уменьшения интенсивности потока во время импульсов**

*Список литературы*

1. Скляр, Б. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение : пер. с англ. / Бернад Скляр. – М. : Вильямс, 2003. – 1104 с.

**Analysis of Random Multiple Access Algorithms through Manipulation of Interacting Flows Characteristics**

O.I. Milomaeva<sup>1</sup>, A.A. Khvorov<sup>2</sup>, I.I. Pasechnikov<sup>1</sup>

*Research Institute "EFIR", Tambov (1); Tambov Higher Military Aviation Engineering College of Radio-Electronics (Military Institute) (2)*

**Key words and phrases:** carrier detection; conflicts detection; inter-delayed pulsations; Poisson stream; pulsing traffic; random multiple access.

**Abstract:** The efficiency of application of P-persistent algorithm of packages transfer into the public data network is studied. It is shown that introduction of inter-delayed pulsations can lead to more effective use of network resources.

**Analyse der Algorithmen des zufälligen pluralen Zugriffs bei der Manipulation von den Charakteristiken der zusammenwirkenden Ströme**

**Zusammenfassung:** Es ist die Effektivität der Nutzung des P-beharrlichen Algorithmus der Übergabe der Pakete in den Kanal der allgemeinen Benutzung untersucht. Es ist aufgezeigt, dass die Einleitung der gegenseitiggehaltenen Pulsieren zur wirksameren Nutzung der Ressource des Kanales bringen kann.

**Analyses des algorithmes de multiaccès casuel lors de la manipulation des caractéristiques agissant mutuellement**

**Résumé:** Est examinée l'efficacité de l'algorithme stable P du transfert des paquets dans le canal de l'usage commun. Est montré que l'introduction des pulsations retardés mutuellement peut aboutir à l'utilisation plus efficace des ressources du canal.