

7. ReadMe! (Spritz & BeeLine) [Электронный ресурс]: iTunes - Электрон. дан. – 2014.- Режим доступа: <https://itunes.apple.com/us/app/readme-spritz-beeline/id877697552?mt=8> , свободный. – Загл. с экрана.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК МОДЕЛИ СМО М/М/1 С ДИНАМИЧЕСКИМИ ПРИОРИТЕТАМИ

*Колпакова В.А.*

*(г. Томск, Томский Политехнический университет)*

*e-mail: vak31@tpu.ru*

## CHARACTERISTIC'S RESEARCH OF QUEUING SYSTEM WITH DYNAMIC PRIORITIES

*Kolpakova V.A.*

*(Tomsk, Tomsk Polytechnic University)*

**Annotation.** In this article describes the dynamical priorities influence to the queuing system's work, specifically is studied proportion of processed orders without priority. Also consider the implications of connecting an additional generator with priority orders. The ability of dynamic priority system to maintain the necessary characteristic's level in the case of additional generator connecting.

**Keywords:** model, Simulink, MatLab, queuing system, dynamical priority, additional generator.

**Введение.** Имитационное моделирование является одним из современных методов синтеза и анализа сложных систем, так как реальные эксперименты во многих случаях небезопасны, кроме того требуют существенных временных или финансовых затрат. В статье рассматривается реакция системы на динамическое изменение начальных характеристик модели. Модель [1] реализована в пакете прикладных программ MatLab с подключением графической среды имитационного моделирования Simulink. В работе использованы библиотеки SimEvents [2] и Stateflow [3] для моделирования систем с дискретными состояниями, а также для моделирования логики с помощью машины состояний.

**Постановка задачи.** Цель работы – исследовать влияние дополнительного генератора заявок с относительным приоритетом на изменение доли обслуженных бесприоритетных заявок в условиях перегрузки системы. Реализована модель СМО [4] (система массового обслуживания) на основе приоритетов, это значит, что заявки поступают на обслуживание в соответствии со своим приоритетом. В системе исследуется характеристика «доля обслуженных бесприоритетных заявок». В статье описывается изменение данной характеристики при подключении дополнительного источника заявок с относительным приоритетом.

**Система повышения приоритета.** В системе формируются заявки трех типов: заявки с абсолютным приоритетом, заявки с относительным приоритетом, заявки без приоритета в обслуживании.

«Абсолютные» заявки отправляются на обслуживание немедленно; если сервер занят обслуживанием заявки любого другого типа, то работа с ней прекращается и на сервер поступает заявка с абсолютным приоритетом. Позже прерванная заявка поступает на дообслуживание.

Заявки с относительным приоритетом имеют преимущество перед бесприоритетными заявками, поэтому, если в системе на обслуживание претендуют заявка с относительным приоритетом и заявка без приоритета, сервер в первую очередь примет «относительную» заявку.

Таким образом, при сильной загруженности системы приоритетные заявки (все заявки с абсолютным и относительным приоритетом) препятствуют обработке достаточного числа заявок без приоритета [5].

В модели реализовано повышение значения приоритета бесприоритетных заявок, что позволяет поддерживать определенный уровень обработки заявок данного типа. Способ-

ность системы изменить приоритет заявки в процессе моделирования называется динамическим распределением приоритетов. В данной модели беспriorитетные заявки меняют значение этого атрибута, если уровень выполненных заявок упал ниже указанного, при этом остальные атрибуты остаются прежними.

На рис. 1 представлен график зависимости выходящего потока беспriorитетных заявок от времени моделирования.

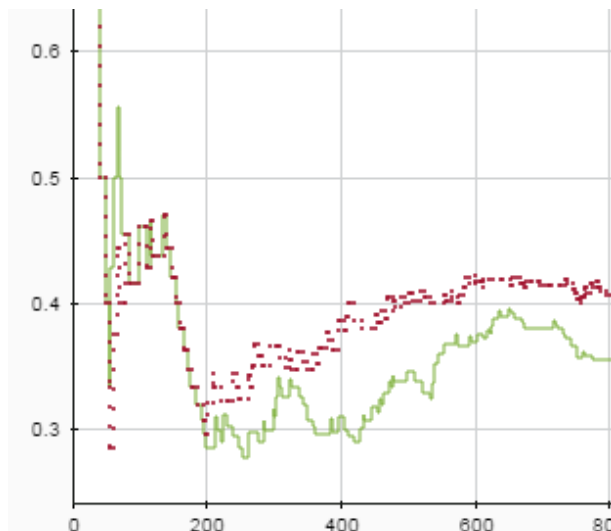


Рис. 1. Доля выполненных беспriorитетных заявок

По оси абсцисс откладывается время моделирования, а по оси ординат – доля выполненных заявок без приоритета. Сплошной линией выделен результат симуляции системы без подключения динамических приоритетов, прерывистой – моделирование с повышением приоритета с условием того, что пороговое значение выполненных беспriorитетных заявок равно 0.4.

На графике видно, что система динамических приоритетов работает корректно и позволяет поддерживать необходимый уровень показателя.

**Подключение дополнительного генератора «относительных» заявок.** Рассмотрим влияние дополнительного источника заявок с относительным приоритетом на модель, а именно, справится ли система повышения приоритетов, если в определенный момент количество приоритетных заявок увеличится. В момент времени 800 единиц подключается дополнительный источник «относительных заявок». На рис. 2 представлено изменение доли выполненных беспriorитетных заявок в процессе моделирования. Сплошной линией обозначен опыт без использования дополнительного генератора, прерывистой линией выделено моделирование с подключением дополнительного источника заявок в 800 единиц моделирования.

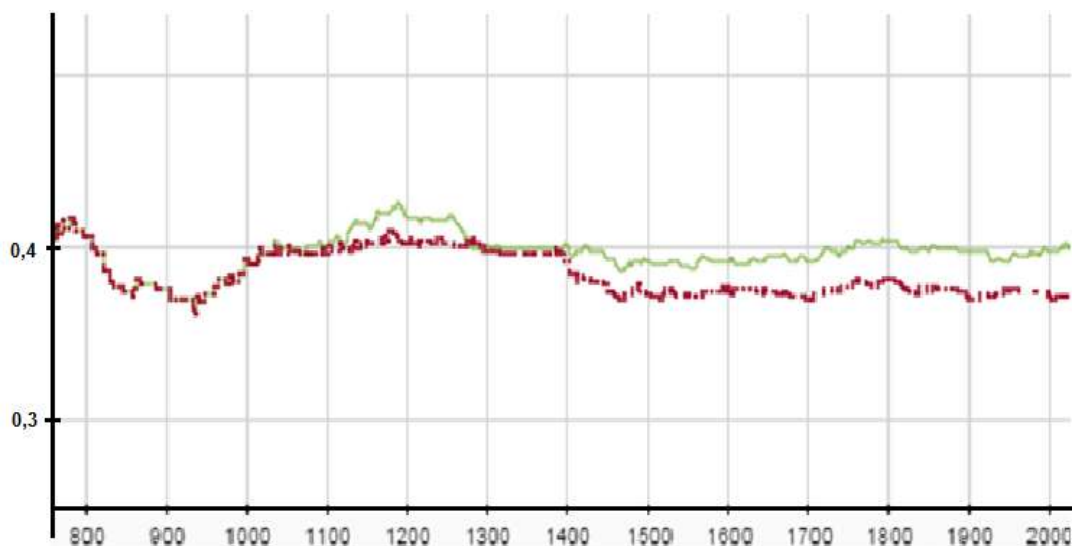


Рис. 2. Доля выполненных бесприоритетных заявок с подключением дополнительного генератора

Как видно из графика, система динамических приоритетов не справляется с «давлением» приоритетных заявок, поэтому необходимо выполнить корректировку в данной подсистеме. В системе повышения приоритета увеличено количество заявок, у которых повышается приоритет с 2 до 9, кроме того сокращено время задержки (с 10 до 5 единиц времени), после которой проверяется текущее состояние показателя «доля выполненных бесприоритетных заявок». Результат изменений представлен на рис. 3. Как и в предыдущем случае на графике представлены 2 зависимости: сплошной – без дополнительного источника заявок, прерывистой – с использованием.

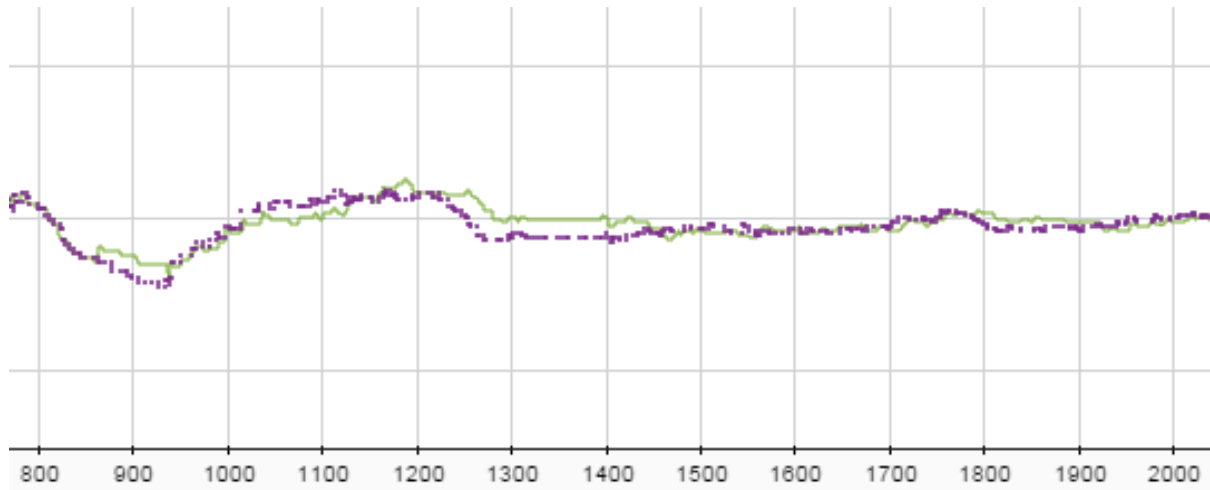


Рис. 3. Доля выполненных бесприоритетных заявок с подключением дополнительного генератора

**Заключение.** Таким образом, можно сделать вывод, что система повышения приоритета действует корректно и позволяет поддерживать необходимый уровень доли выполненных заявок без приоритета.

Подключение дополнительного источника заявок с относительным приоритетом приводит к спаду значения доли выполненных бесприоритетных заявок. Благодаря системе динамических приоритетов становится возможным поддерживать требуемое число выполненных бесприоритетных заявок, но для этого необходимо дополнительно настроить систему повышения приоритета.

Характеристики параметров подсистемы динамических приоритетов зависят как от порогового значения, так и от интенсивности входящего потока приоритетных заявок.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. S. V. Polyanskiy, Yu. Ya. Katsman. Application of dynamic priorities for controlling the characteristics of a queuing system/ Journal of Physics: Conference Series, Information Technologies in Business and Industry (ITBI2016). (2017), 6.
2. SimEvents [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://matlab.ru/products/simevents>. Дата обращения – 11.05.2017.
3. Stateflow-Simulink [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://matlab.exponenta.ru/stateflow/default.php>.
4. J.J. Katsman, X.N. Apachidi. Algorithm Simulation of Resource Allocation of the Queueing Systems, Based on the Priorities/ International Conference on Mechanical Engineering, Automation and Control Systems (MEACS). (2014) 1-6.
5. X. N. Apachidi, Yu. Ya. Katsman. Development of a Queuing System with Dynamic Priorities /Key Engineering Materials : Scientific Journal, High Technology: Research and Applications 2015 (HTRA 2015). (2016), 934-938.

### ПЕРЕДАЧА ДАННЫХ СЕТЬЮ БПЛА ВДОЛЬ ЛИНЕЙНОГО ОБЪЕКТА НА ПРОТИВОЛОЖНЫХ КУРСАХ

*Крупский А.С., Катаев М.Ю.*

*(г.Томск, Томский государственный Университет Систем Управления и Радиоэлектроники)*

**Abstract:** The process of data transmission by a network of unmanned aerial vehicles (UAVs) based on DPMR (Digital Private Mobile Radio) along an extended linear object is considered. A method of forming a network with the help of two UAVs moving in opposite directions with equal intervals between the devices within each of them is shown.

**Key words:** UAV, data transmission network, DPMR, radio set.

#### Задача сбора данных

Задача сбора данных с протяжённого объекта затрудняется за счёт его линейных размеров. Организация компьютерной сети для передачи данных вдоль всего объекта требует затрат на монтаж линий и на обслуживание, а также наличия энергоснабжения для питания оборудования. В данной ситуации возможно применять БПЛА для снятия и фиксации параметров с датчиков, расположенных вдоль объекта. Даже при скорости порядка 50 км/ч для снятия данных с объекта протяжённостью в 200 километров потребуется 4 часа. Задача разбивается на две подзадачи: сбора и передачи данных. Задача сбора данных при помощи БПЛА с датчиков была рассмотрена в [1]. Далее будет предложено один из вариантов решения задачи передачи данных.

#### Передача на встречных курсах

Ускорить передачу данных возможно, если использовать цепочку БПЛА в качестве ретрансляторов. Сеть построена при помощи передающих устройств-раций с дальностью связи  $R$  равной 10 километрам со скоростью передачи составляющей 4800 байт/с по стандарту DPMR [<https://www.electronics-notes.com>,2]. Скорость перемещения БПЛА  $v$  равна 50км/ч и направлена вдоль объекта. Допускается наличие двух передач в диапазоне  $R$ , так как есть возможность развести передачи по двум 6,25кГц каналам в одном 12,5 кГц канале. Для предотвращения коллизий необходимо разнести передатчики с одной частотой в пространстве. В качестве одного из методов разнесения можно предложить разнесение двух