

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЕРОЯТНОСТНО-ВРЕМЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ОДНОФАЗНЫХ СИСТЕМ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ С ОГРАНИЧЕННОЙ ОЧЕРЕДЬЮ С ПОМОЩЬЮ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

П. Л. Сурихин, Д. Ю. Пономарев (Красноярск)

В связи с тем, что модели функционирования узлов систем и сетей связи адекватны моделям массового обслуживания, то при исследовании сетей и устройств, а так же их отдельных элементов возникает необходимость в использовании результатов исследования сетей и систем массового обслуживания с ожиданием [1].

Минимальным элементом сети массового обслуживания является однофазная система массового обслуживания с ограниченным буфером (СМО), которая представляет собой систему, обслуживание заявки в которой происходит один раз, состоит из ограниченной очереди (буфера) и одного обслуживающего прибора. При этом СМО характеризуется функцией распределения поступающих заявок на обслуживание, функцией распределения обслуживания поступивших заявок и размером буфера. В зависимости от выше перечисленных параметров формируется тип СМО и в данной работе планируется рассмотреть такие СМО как $M/M/1/N$, $M/D/1/N$, $D/M/1/N$ и $M/Pareto/1/N$.

Первые три – это классические представители из огромного количества типов СМО. Для них и некоторых других получены законченные аналитические выражения для вероятностно – временных характеристик (ВВХ) [1]. Поэтому целью проведения имитационного моделирования этих СМО является сравнение полученных результатов при аналитическом и имитационном моделировании. Ниже приведены результаты моделирования для СМО типа $M/M/1/N$ – экспоненциальный входной поток и экспоненциальное время обслуживания, $M/D/1/N$ – экспоненциальный входной поток и постоянное время обслуживания, $D/M/1/N$ – постоянный поток и экспоненциальное время обслуживания.

Моделирование проводилось при буферах размером $N=5$ и $N=10$.

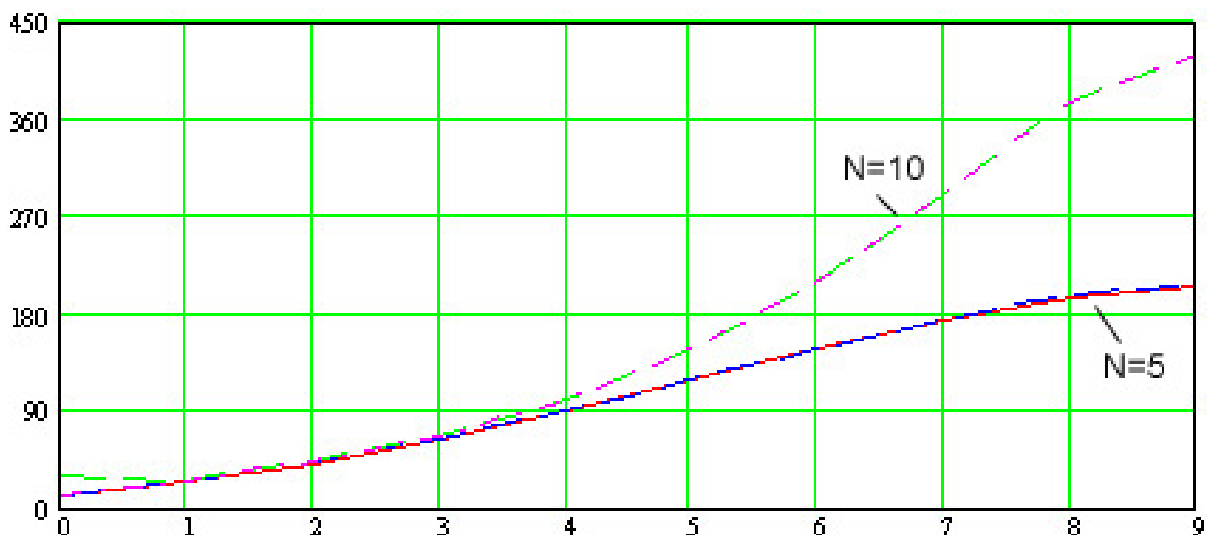


Рис. 1. Среднее время задержки в очереди для СМО типа $M/M/1/N$

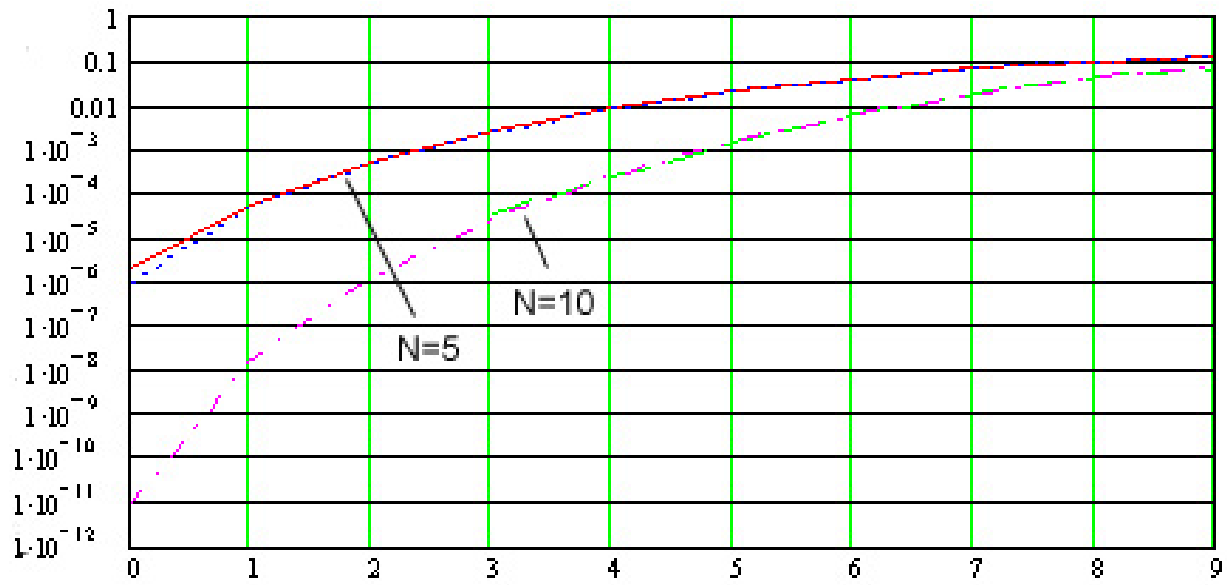


Рис. 2. Вероятность потерь для СМО типа M/M/1/N

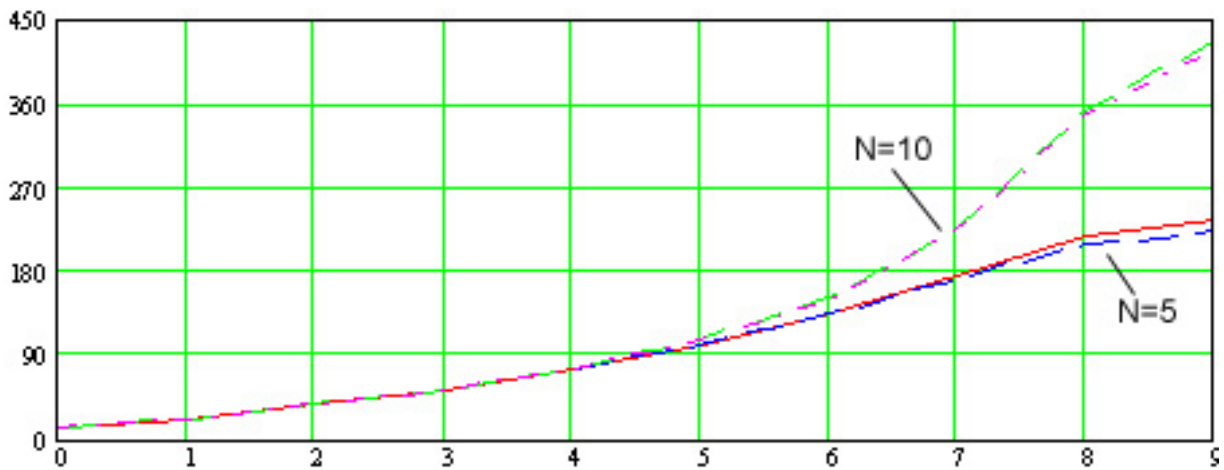


Рис. 3. Среднее время задержки в очереди для СМО типа M/D/1/N

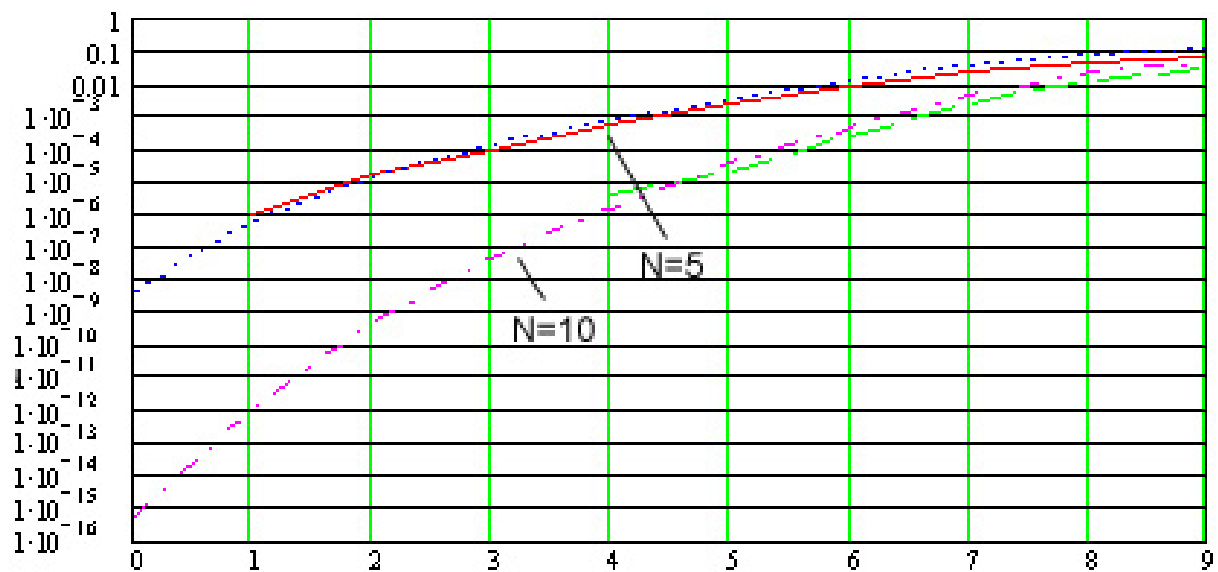


Рис. 4. Вероятность потерь для СМО типа M/D/1/N

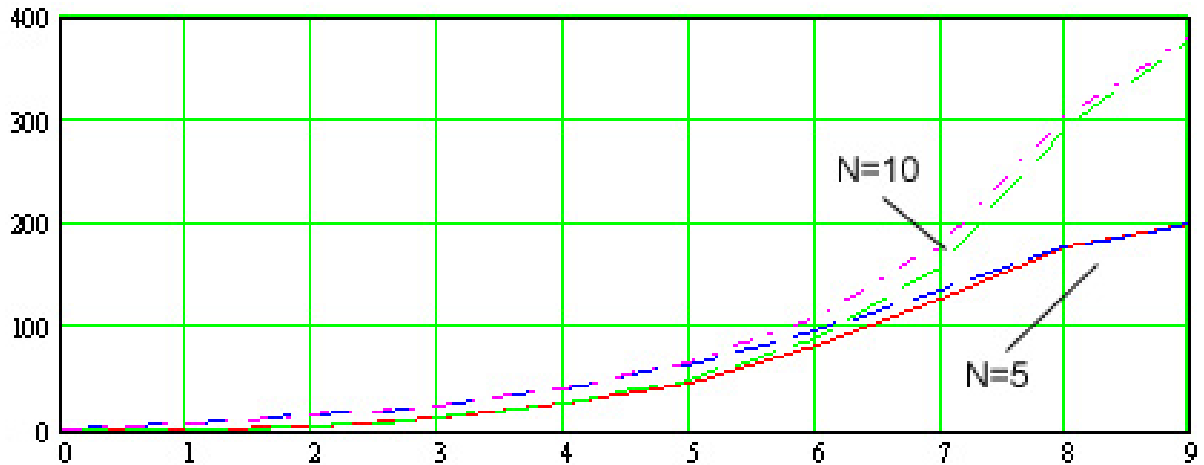


Рис. 5. Среднее время задержки в очереди для СМО типа D/M/1/N

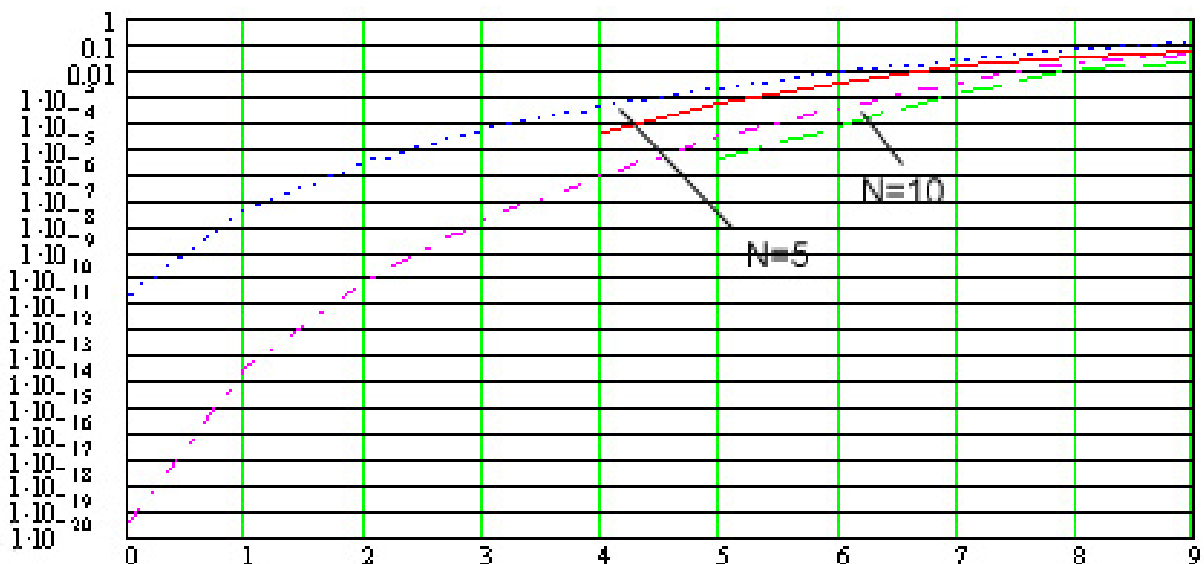


Рис. 6. Вероятность потерь для СМО типа D/M/1/N

Сравнивая полученные при имитационном и аналитическом моделировании результаты можно сделать такие выводы:

- относительная погрешность полученных результатов не превышает 15%, а в СМО M/M/1N и 1-го %, таким образом, полученные модели адекватны друг другу.
- относительная погрешность уменьшается с ростом размера буфера;
- при постоянном (регулярном) потоке среднее время задержки ниже, чем у экспоненциального;
- с ростом размера буфера растет среднее время задержки, с ростом размера буфера уменьшается вероятность потерь, таким образом, с помощью данных исследований можно решать задачу оптимизации – при заданном значении задержки и вероятности потерь выбирать размер буфера.

В связи с бурным развитием средств связи и телекоммуникаций и появлением новых видов услуг, объемы передаваемой информации резко увеличились и классические распределения не всегда подходят для описания существующих на данный момент потоков в современных сетях [2, 3]. Поэтому появляются новые виды распределений,

для которых нет аналитики и с помощью имитационного моделирования возможно исследование ВВХ.

Один из представителей новых распределений – это распределение Парето. С помощью распределения Парето возможно описать поведение некоторых новых информационных потоков в сетях (например скачивание информации с WEB – сайтов в сети Internet) [3].

Ниже приведены графики для среднего времени задержки и вероятности потерь с СМО типа M/Pareto/1/N.

Сравнивая полученные при имитационном моделировании результаты СМО типа M/Pareto/1/N с классическими СМО можно сделать такие выводы:

- среднее время задержки у СМО типа M/Pareto/1/N примерно в два раза больше во всем диапазоне загрузки;
- вероятность потерь у СМО типа M/Pareto/1/N больше на несколько порядков.

На данный момент для систем такого класса нет законченных аналитических выражений для ВВХ и для достижения такого же качества обслуживания как и в классических СМО необходимы новые методы.

Имитационное моделирование проводилось с помощью GPSS World [4].

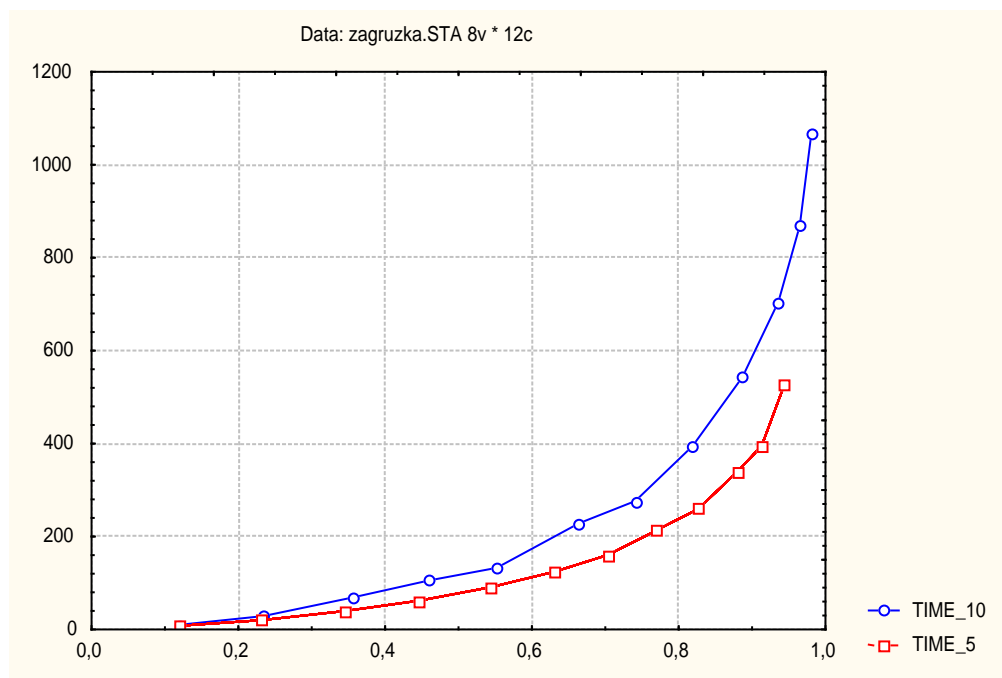


Рис. 7. Среднее время задержки в очереди для СМО типа M/Pareto/1/N

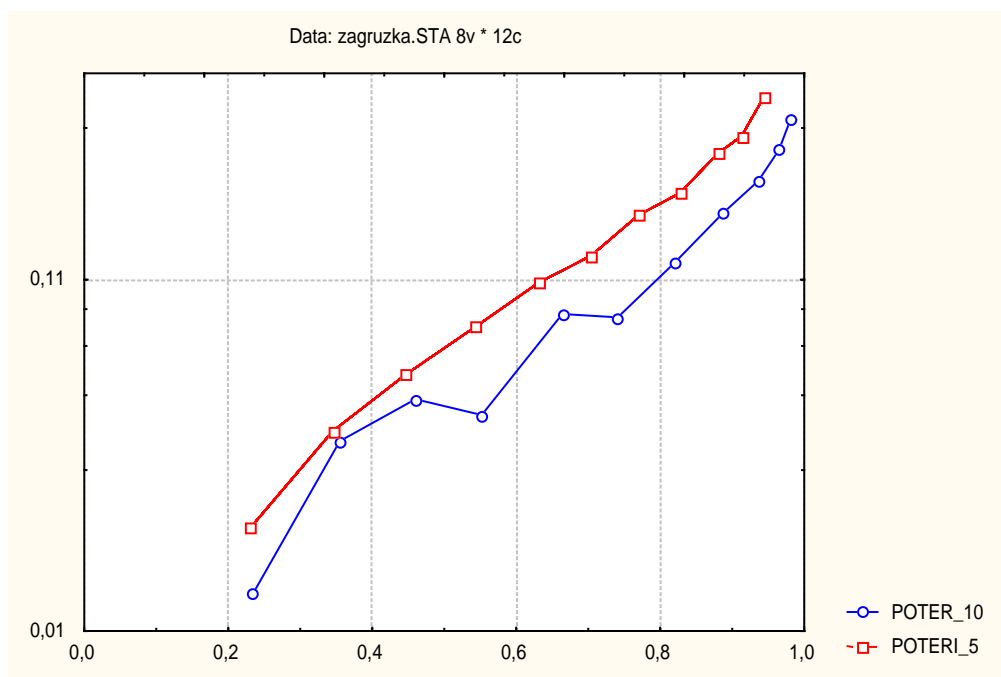


Рис. 8. Вероятность потерь для СМО типа M/Pareto /1/N

Литература

1. **Петров М.Н.** Вероятностно – временные характеристики в сетях и системах передачи интегральной информации: Научное издание/ГТУ. Красноярск, 1997. 220 с.
2. **Пономарев Д.Ю.** Вероятностно-временные характеристики асинхронных информационных сетей с учетом самоподобия: Научное издание – Красноярск: НИИ СУВПТ, 2 002.-194 с.
3. **Шелухин О.И., Тенякшев А.М., Осин А.В.** Фрактальные процессы в телекоммуникациях. Москва: Радиотехника, 2003.
4. Руководство пользователя по GPSS World. (перевод с английского). – Казань: Изд-во «Мастер Лайн», 2002.-384 с.