

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПАКЕТА GPSS WORLD ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ КОММУТАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Д. Ю. Пономарев (Красноярск)

Современное инженерное образование требует не только высокой теоретической подготовки, но и достаточного практического опыта. Телекоммуникационное оборудование, используемое в настоящее время на информационных сетях, является достаточно сложным и не позволяет производить изучение характеристик блоков его составляющих без вывода этого оборудования из эксплуатации. Поэтому в связи с высокой стоимостью, как самого оборудования, так и работ, связанных с его эксплуатацией, наиболее приемлемым способом изучения телекоммуникационных систем является имитационное моделирование. Однако, число состояний коммутационных систем достаточно велико, поэтому изучение, например теории телетрафика, ограничивалось в основном теоретической частью, т. к. использование лицензионного программного обеспечения и современного парка ЭВМ, учебное заведение не всегда могло себе позволить. Появление пакета, удобного как при установке (работоспособен под широко распространенной ОС Windows), при использовании (удобный интерфейс, расширенные возможности), так и при изучении телекоммуникационных систем (удобное визуальное представление результатов моделирования в реальном времени).

В данной работе предложены результаты по возможности внедрения GPSS World в учебный курс «Теория телетрафика».

Исследование потоков вызовов с различными характеристиками в среде GPSS World позволяет не ограничиваться моделями простейших, но и производить изучение характеристик поток вызовов с такими законами распределения, как Вейбулла, Пирсона, логарифмически-нормальным и т. д. Все эти распределения уже встроены в систему моделирования.

После изучения потоков вызовов студенты переходят к изучению обслуживания простейшего и примитивного потоков вызовов полнодоступным пучком линий.

Для определения вероятностей состояний пучка и вероятности потерь при обслуживании простейшего потока вызовов используется первая формула Эрланга:

$$p_i = \frac{y^i / i!}{\sum_{j=0}^v y^j / j!}; \text{ при } i=v \quad p_{i=v} = E_v(y) = \frac{y^v / v!}{\sum_{j=0}^v y^j / j!}.$$

Результаты моделирования представлены на рис. 1.

Из представленных графиков видно, что:

1. результаты полученные аналитическим методом и с помощью имитационного моделирования полностью совпадают как в области малой, так и большой загрузки;
2. полученные результаты наглядно демонстрируют, что среднее число одновременно занятых линий равно интенсивности обслуженной нагрузки;
3. представленные зависимости позволяют наглядно увидеть потери при обслуживании.

Особым случаем изучения является обслуживание примитивного потока вызовов, где главная особенность заключается в конечном числе источников нагрузки (реальный пример абонентская ступень искания, модемный пул, УПАТС малой емкости и т. д.). Т. к. интенсивность примитивного потока пропорциональна числу свободных источников, то в среде GPSS для этого используется СЧА R\$originators (объем свобод-

ной памяти originators). Исследование данной системы проводилось с помощью среды GPSS World Student Version.

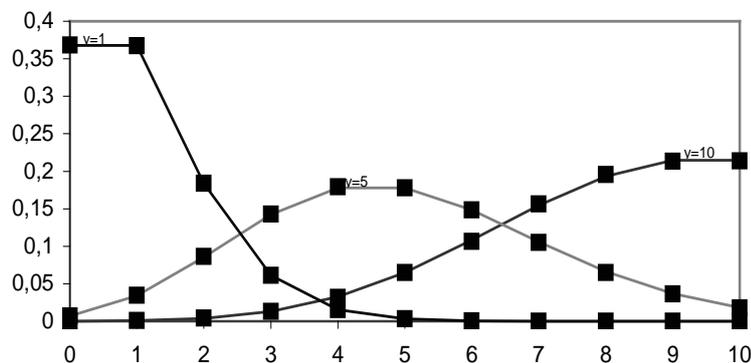
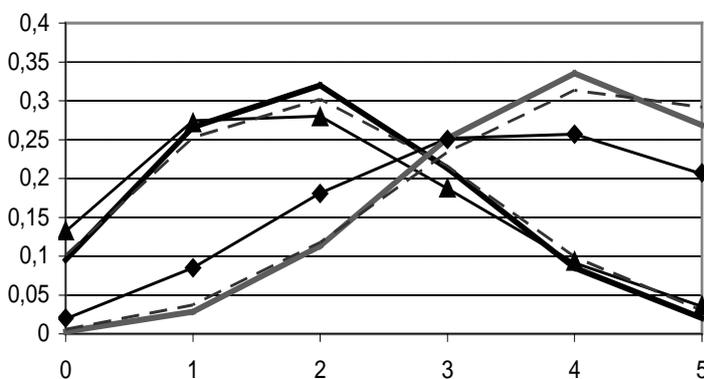


Рис. 1. Распределение вероятностей состояний полностью доступного пучка при числе линий равном 10 для различных значений интенсивности нагрузки y (сплошная линия – теория, марке – моделирование)

Результаты исследований сравнивались с рассчитанными по формуле Энгсета:

$$P_i = \frac{C_n^i \left(\frac{a}{1-a}\right)^i}{\sum_{j=0}^v C_n^j \left(\frac{a}{1-a}\right)^j} .$$

Результаты моделирования представлены на рис. 2.



Суммарная нагрузка $y=2$ и $y=4$. Число источников $n=50$ (сплошная – теория, маркер – модель) и $n=7$ (сплошная толстая – теория, прерывистая – модель).

Рис. 2. Распределение вероятностей состояний полностью доступного пучка при $v=5$

В данном случае имитационное моделирование показывает: полное совпадение с теоретическими результатами при большом числе источников; небольшую погрешность, которая уменьшается при увеличении числа линий; наглядное представление суммарной нагрузки на пучок линий. Поэтому данную модель можно использовать для изучения обслуживания полностью доступным пучком линий примитивного потока вызовов, что позволит наглядно показать поведение коммутационной системы при воздействии потоков с конечным числом источников и получить практические навыки по определению причин снижения качества обслуживания в системах такого типа.

К характеристикам качества обслуживания относятся потери при обслуживании простейшего и примитивного потоков вызовов. Для того, чтобы исследовать зависимость потерь, использовалось условие неполной занятости памяти (SNF) блока GATE. Для простейшего потока вызовов потери определяются первой формулой Эрланга

$$E_v(y) = \frac{y^v / v!}{\sum_{j=0}^v y^j / j!}.$$

Результаты моделирования представлены на рис. 3.

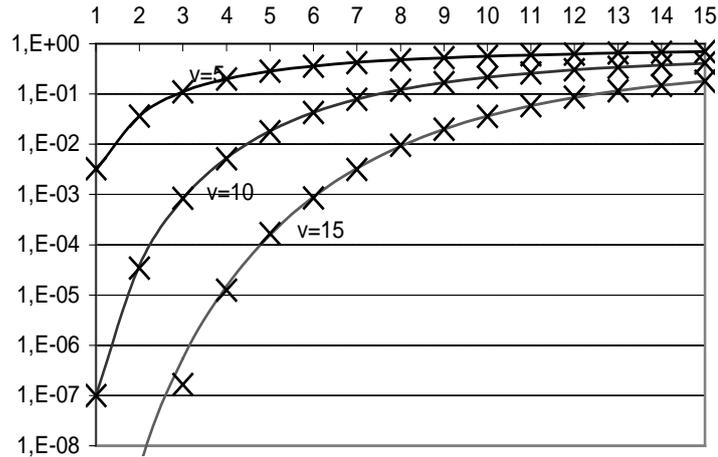


Рис.3. Распределение вероятности потерь при изменении интенсивности нагрузки для различного числа линий (теория – сплошная линия; модель – маркер)

Для примитивного потока воспользуемся формулой Энгсета $p_t = \frac{C_n^v \left(\frac{a}{1-a} \right)^v}{\sum_{j=0}^v C_n^j \left(\frac{a}{1-a} \right)^j}$.

Результаты моделирования для числа источников 15 представлены на рис. 4.

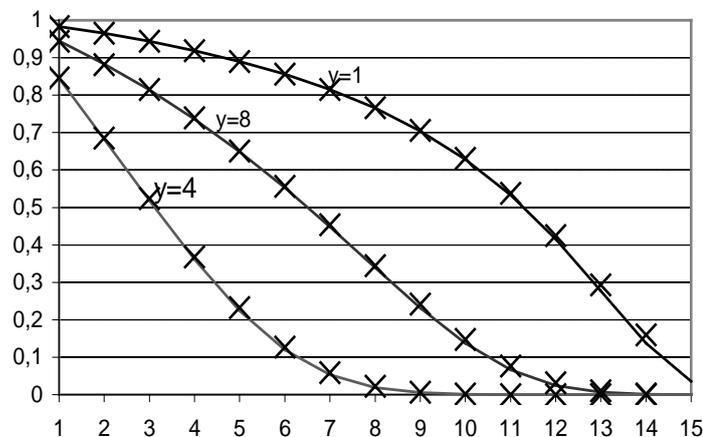


Рис.4. Распределение вероятности потерь при изменении числа линий для различных значений интенсивности нагрузки (теория – сплошная линия; модель – маркер)

Достаточно сложным объектом исследования является поток нагрузки на АТС. Однако, в среде GPSS и такая задача решается. Исходными данными для такой задачи являются: число секторов нагрузки, число источников в каждом секторе, среднее число вызовов и средняя длительность занятия для одного источника в каждом секторе, вероятностные характеристики занятия. Тогда при моделировании можно решить различные задачи, например, определить необходимое число генераторов для сигнализации при заданном качестве обслуживания. На рис. 5 представлена вероятность потерь вызова от числа генераторов «Ответ станции» (OS), приемников набора номера (для длительности набора одной цифры: NN1 – 1 сек и NN – 5 сек) и генераторов посылки вызова (PV).

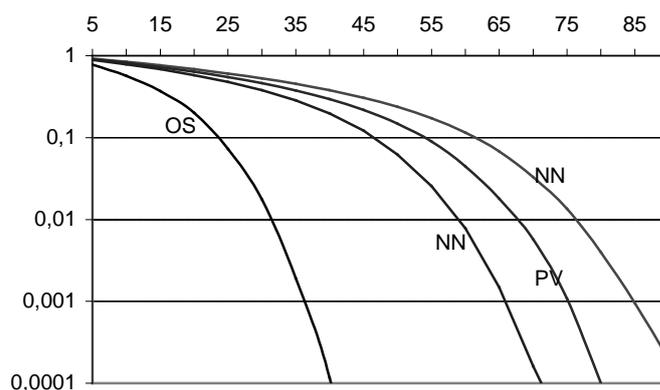


Рис. 5. Вероятность потерь в зависимости от объема оборудования

В связи с тем, что при полноступенчатом включении линии используются неравномерно, на коммутационных системах применяется неполноступенчатое включение. Построение таких систем (НПС) порождает некоторые сложности, связанные с ограничением числа блоков в Student Version, но небольшие схемы можно создавать и в ней. Например, НПС со ступенчатым включением (число нагрузочных групп 4, доступность 6, число линий 16) структурная схема которой представлена на рис. 6.

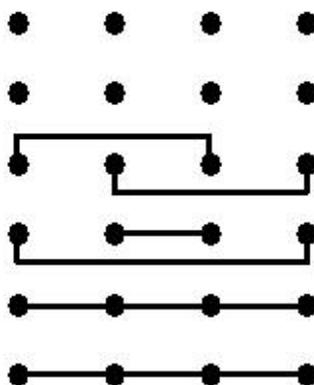


Рис. 6. Неполноступенчатая схема

Изучение данной схемы проводилось на предмет потерь в системе, но возможно исследование и на равномерность загруженности линий при неравномерности нагрузки по нагрузочным группам при различных включениях и т. д.

Теоретически потери можно определить по формуле Пальма-Якобеуса (ПЯ): $p = \frac{E_v(y)}{E_{v-d}(y)}$. Однако, при больших потерях она дает большую погрешность, по-

этому используют модифицированную формулу (МПЯ): $p = \frac{E_v(y_f)}{E_{v-d}(y_f)}$, где

$y_f = \frac{y(1-p)}{1-E_v(y_f)}$. Результаты моделирования в сравнении с теоретическими представ-

лены на рис. 7, что подтверждает вышесказанное.

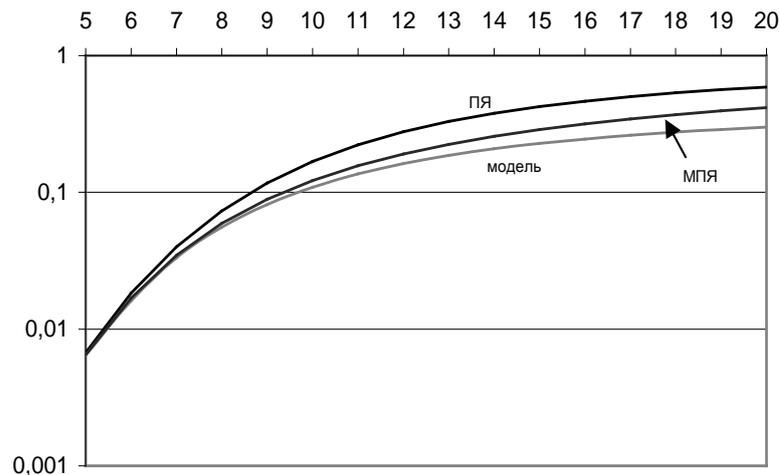


Рис. 7. Величина потерь в НПС в зависимости от нагрузки

В заключение следует отметить следующее:

1. существует необходимость в изучении современных коммуникационных систем без использования реальных моделей;
2. GPSS World позволяет наглядно продемонстрировать (Simulation Windows, Blocks etc.) поведение потока вызовов и самой системы;
3. уменьшение числа блоков модели возможно за счет модульного программирования;
4. имитационное моделирование позволяет получать достоверные результаты и использовать их в учебном процессе для подготовки современных инженеров;
5. существует необходимость в увеличении визуализации работы модели без привлечения дополнительных программ (ProofAnimation).