

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТОПОЛОГИЙ САМООРГАНИЗУЮЩЕЙСЯ СЕТИ

Т.В. ПОЛУЯН, В.Ю. ЦВЕТКОВ

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Республика Беларусь**Поступила в редакцию 05 апреля 2025*

Аннотация. Разработан симулятор самоорганизующейся сети передачи данных с возможностью детальной настройкой для оценки качественных характеристик системы передачи данных. Проведено тестирование симулятора с различными сетевыми топологиями. Выполнен сравнительный анализ потерь данных.

Ключевые слова: сетевой симулятор, самоорганизующаяся система, сетевая топология, потери данных, Matlab.

Введение

Самоорганизующиеся сети передачи данных (СОС) представляют собой технологию, которая позволяет сетям автоматически настраиваться, оптимизировать свои параметры и адаптироваться к изменяющимся условиям. Это перспективная технология с множеством преимуществ, но ее внедрение требует тщательной оценки рисков и затрат. Для анализа сетевых характеристик качества передачи информации необходимо выполнить симуляцию передачи пакетных данных между узлами сети. Немаловажную роль играет сетевая топология. Передача данных в самоорганизующихся сетях подчиняется законам систем массового обслуживания. Как правило, такие системы строятся по принципу сетей Ad-hoc, не имеющих постоянной структуры [1]. Представляет интерес вариант многоуровневой топологии [2]. Для тонкой настройки и адаптации симуляции под требования анализа качественных показателей передачи данных необходима разработка сетевого симулятора, который имитирует сеть передачи данных.

Настройка топологии

На начальном этапе строится двумерная решетка узлов, каждый из которых будет иметь буфер для хранения пакетов. Далее определяется матрица связности, которая будет описывать, как узлы взаимодействуют с соседними (вверх, вниз, влево, вправо). Схематично топологии представлены на рис. 1.

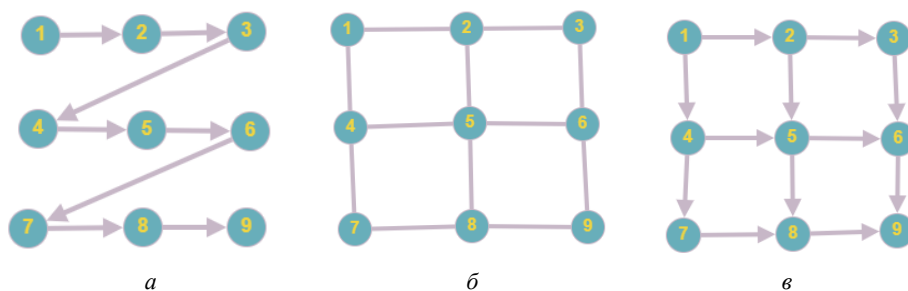


Рис. 1. Сетевые топологии: *а* – ad-hoc;
б – одноуровневая неориентированная; *в* – многоуровневая ориентированная

Возможна настройка следующих параметров сети: размер решетки, размер буфера и интенсивность поступления пакетов. По умолчанию реализована следующая структура узлов: каждый узел хранит информацию о текущем размере буфера и количестве потерянных пакетов.

Алгоритмы работы

Построена тестовая сеть из узлов с ограниченным буфером. Генерация времени до следующего прибытия пакета осуществляется случайно по правилу протокола Aloha [3] с помощью выражения $t = e^{-\lambda}$, где λ – интенсивность поступления пакетов (пакетов/с).

В основном цикле сгенерированные пакеты поступают в случайные узлы. Если буфер переполнен, пакет теряется.

Алгоритм работы симулятора представлен в виде блок-схемы на рис. 2.

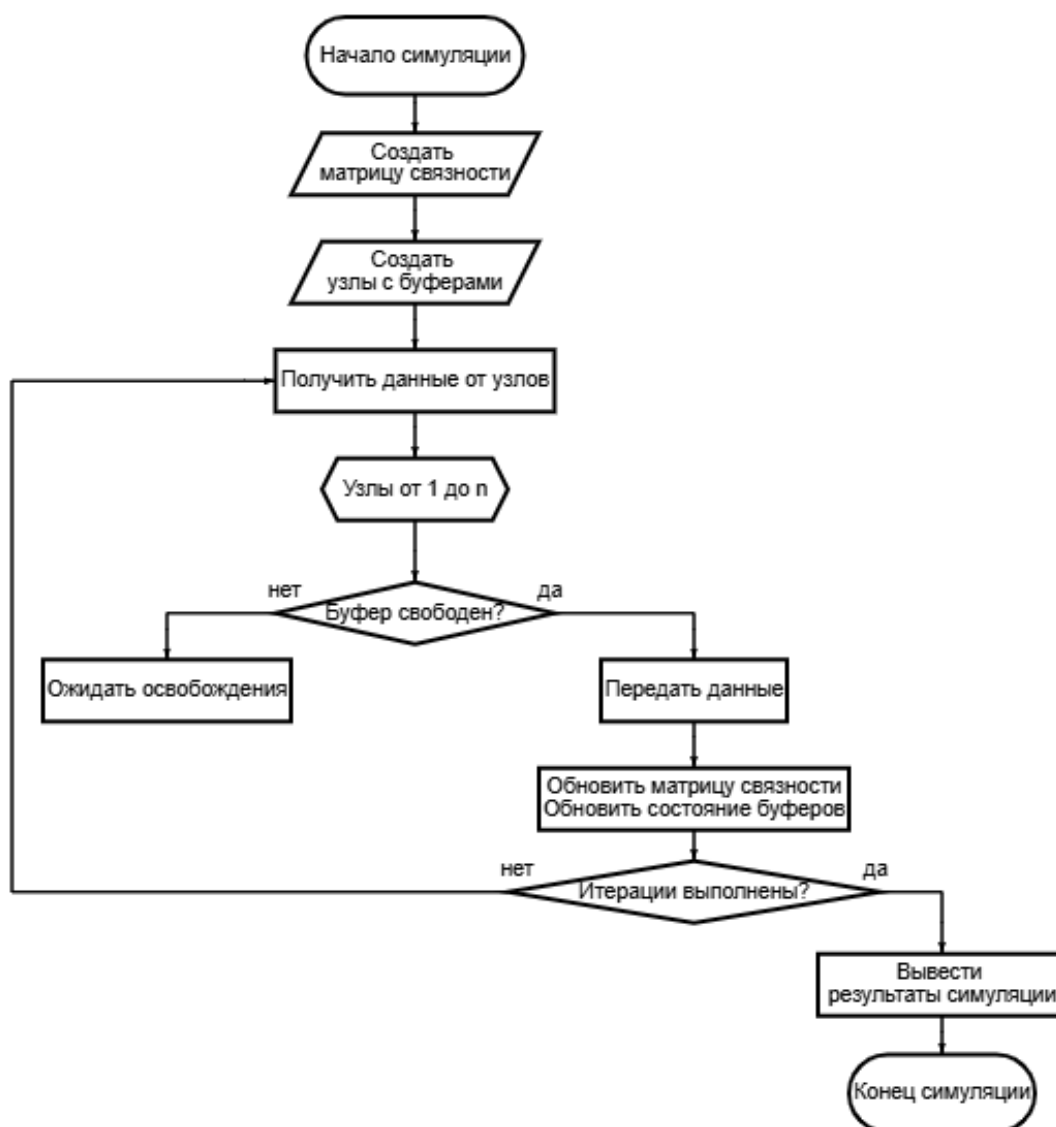


Рис. 2. Блок-схема алгоритма работы симулятора

Сравнение результатов моделирования

В результате симуляции выводится информация о потерянных пакетах и текущем состоянии каждого узла. Результаты представлены в табл. 1.

Для анализа топологий самоорганизующейся сети было выполнено тридцать итераций моделирования работы сети, по результатам которых проанализирован объем потерь данных. Графически объем потерь представлен на рис. 3.

Табл. 1. Результат оценки потерь в СОС

Итерация	Потерянные пакеты		Итерация	Потерянные пакеты		Итерация	Потерянные пакеты	
	Ad-hoc	Многоуровневая ориентированная		Ad-hoc	Многоуровневая ориентированная		Ad-hoc	Многоуровневая ориентированная
1	22	14	11	22	23	21	25	28
2	21	17	12	22	23	22	26	28
3	29	18	13	33	25	23	28	28
4	19	19	14	25	25	24	21	29
5	25	19	15	17	25	25	27	29
6	31	21	16	20	25	26	34	30
7	32	21	17	25	25	27	38	30
8	18	21	18	20	26	28	21	32
9	33	22	19	32	27	29	23	32
10	24	23	20	29	28	30	18	35

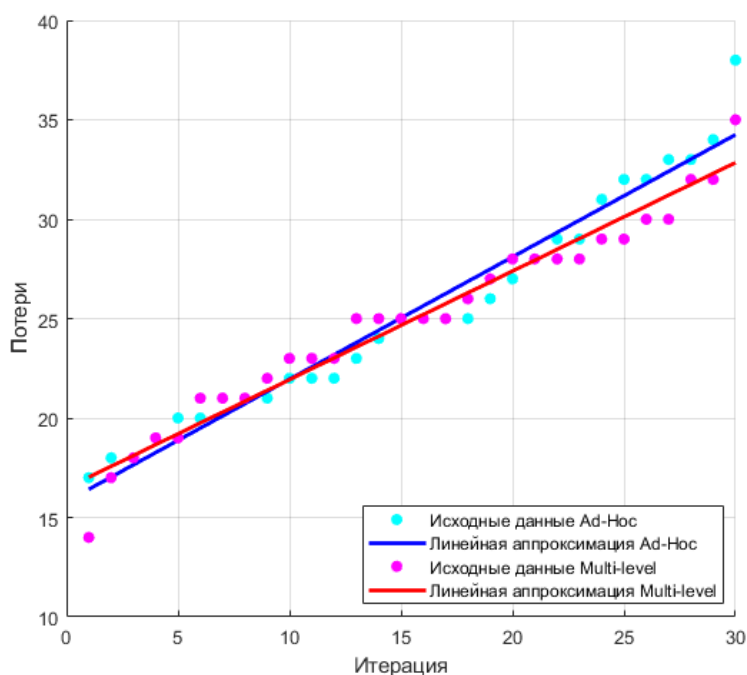


Рис. 3. Потери данных (топологии ad-hoc и многоуровневая ориентированная)

Заключение

Разработан симулятор для оценки качественных показателей передачи данных самоорганизующиеся сети. Реализована функция масштабирования сети, настройки сетевой топологии и задержки передачи пакетов данных. Симулятор позволяет оценить статистические показатели потерь данных при построении сетей разных топологий. Остается возможность расширения функционала симулятора с учетом следующих аспектов: реализация различных алгоритмов маршрутизации, моделирование различных типов трафика, графическое представление состояния сети.

MODELING THE TOPOLOGY OF A SELF-ORGANIZING NETWORK

T.V. PALUYAN, V. YU. TSVIATKOU

Abstract. A simulator of a self-organizing data transmission network with the possibility of detailed adjustment for assessing the qualitative characteristics of the data transmission system has been developed. The simulator has been tested with various network topologies. A comparative analysis of data losses has been performed.

Keywords: network simulator, self-organizing system, network topology, data loss, Matlab

Список литературы

1. Boukerche A. Algorithms and protocols for wireless and mobile ad hoc networks. Wiley-IEEE Press, 2009.
2. Полуян Т. В., Цветков В. Ю. // Доклады БГУИР. – 2024. – Т. 22, № 4. – С. 84-91.
3. Степанов С. Н. Теория телетрафика: концепции, модели, приложения. Телеком, 2015.