



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Московский институт электроники и
математики им. А.Н. Тихонова НИУ ВШЭ

МОДИФИКАЦИЯ ВЫСОКОУРОВНЕВОЙ МОДЕЛИ NOSMODEL 2.0 ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ СЕТЕЙ НА КРИСТАЛЛЕ С ЦИРКУЛЯНТНЫМИ ТОПОЛОГИЯМИ

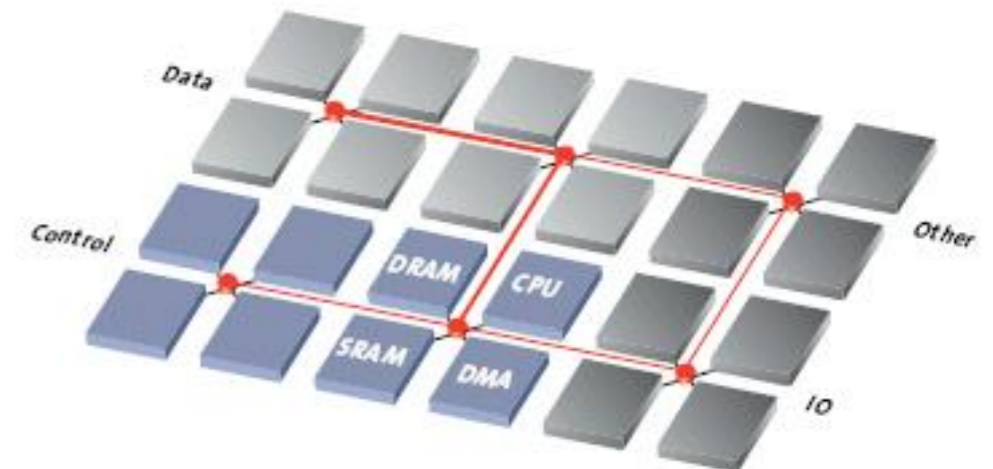
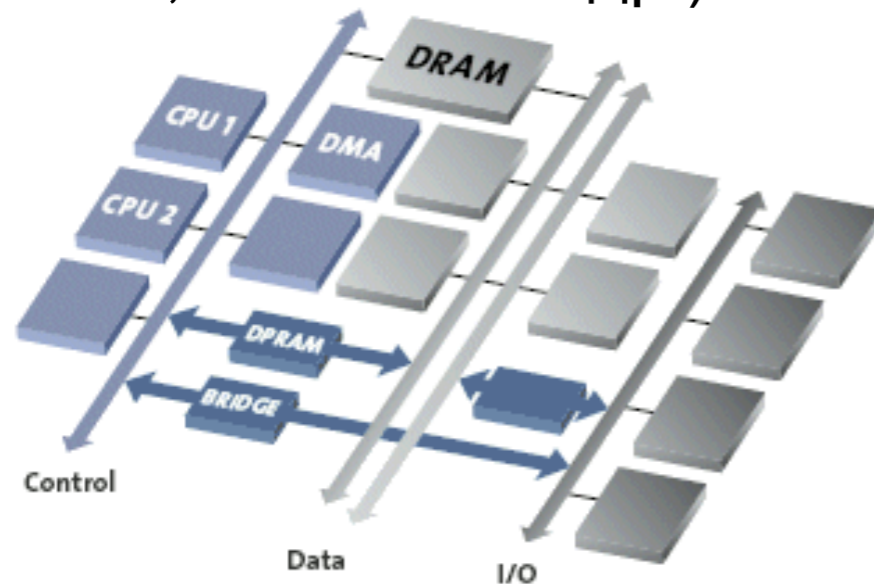
П.М. Прилепко, А.Ю. Романов, Е.В. Лежнев

Докладчик:

Лежнев Евгений Владимирович,
Аспирант, ассист. МИЭМ НИУ ВШЭ

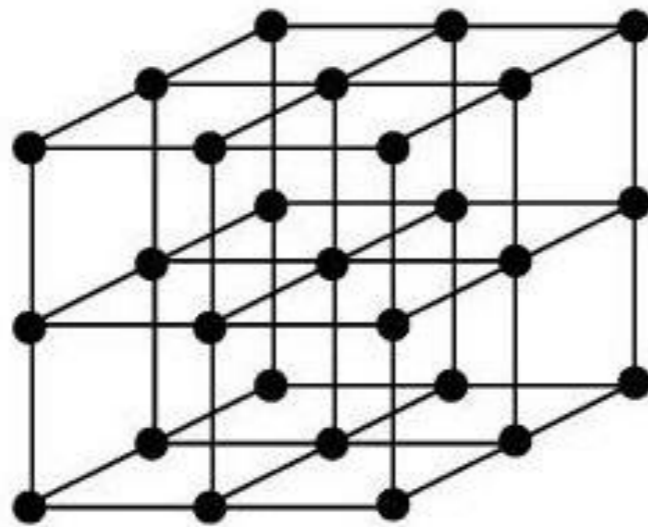
Москва, 2020

Система на кристалле (СнК) – электронная схема, выполняющая роль целого устройства, но размещенного на одной интегральной схеме. Элементы в схеме соединены с помощью высокопроизводительных шин (AMBA, Wishbone и др.).

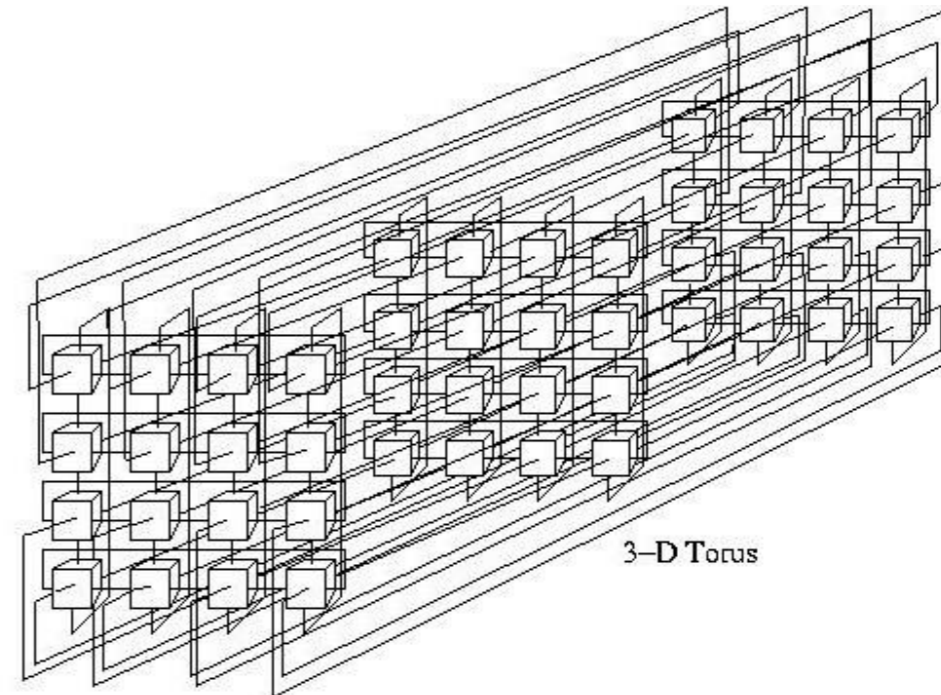


Сети на кристалле (СтнК) – многопроцессорные СнК, где роль вычислительных узлов (IP-ядер) выполняют СнК, которые связаны короткими соединениями для обмена информацией.

Регулярная топология – топология с однородной масштабируемой структурой. Пример регулярных топологий: mesh, torus, hypercube



3D Mesh



3-D Torus

Основные характеристики топологий:

- N – Кол-во вершин (маршрутизаторов)
- E_d – Кол-во-ребер (связей между маршрутизаторами)
- St – Порядок вершин (кол-во ребер, выходящих из нее)
- D – Диаметр графа
- L_{av} – Среднее расстояние между кратчайшими путями

Циркулянтный граф – неориентированный граф, имеющий циклическую группу симметрий, которая включает симметрию, переводящую любую вершину в любую другую.

N – число вершин графа

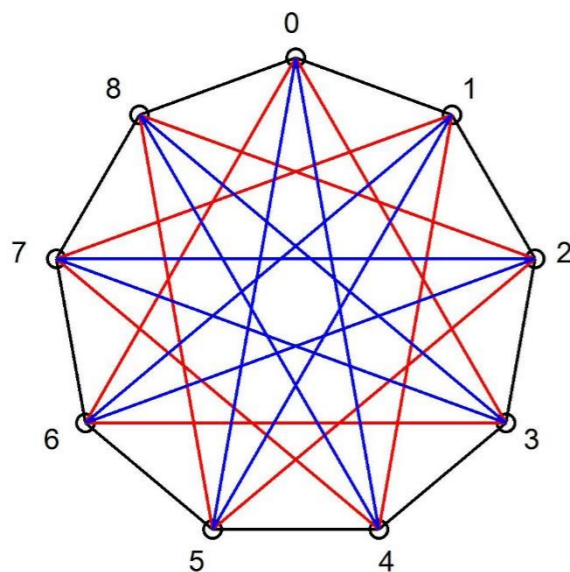
$s = \{1 \leq S_1 < \dots < S_k < N\}$ – образующие

$V = \{0, 1, \dots, N - 1\}$ – вершины

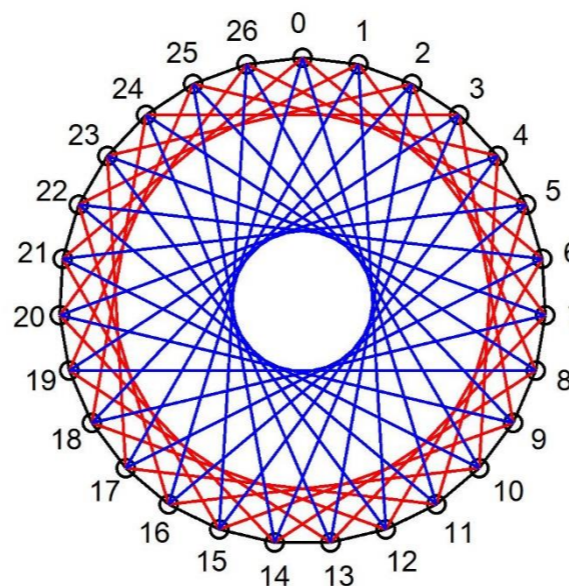
$E = \{(i, j): |i - j| \equiv s_m \text{ mod } N, m = 1, \dots, k\}$ - ребра

$C(N; s_1, \dots, s_k)$ - неориентированный граф размерности k

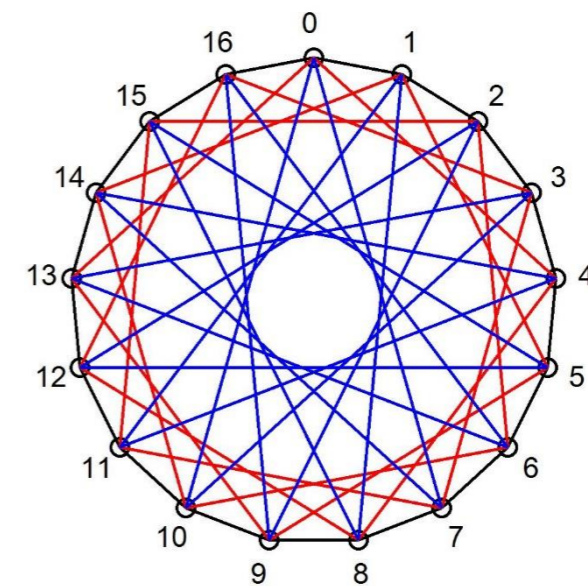
$D = \max_{i, j \in V} \text{len}(i, j)$ – длина кратчайшего пути от вершины i до j



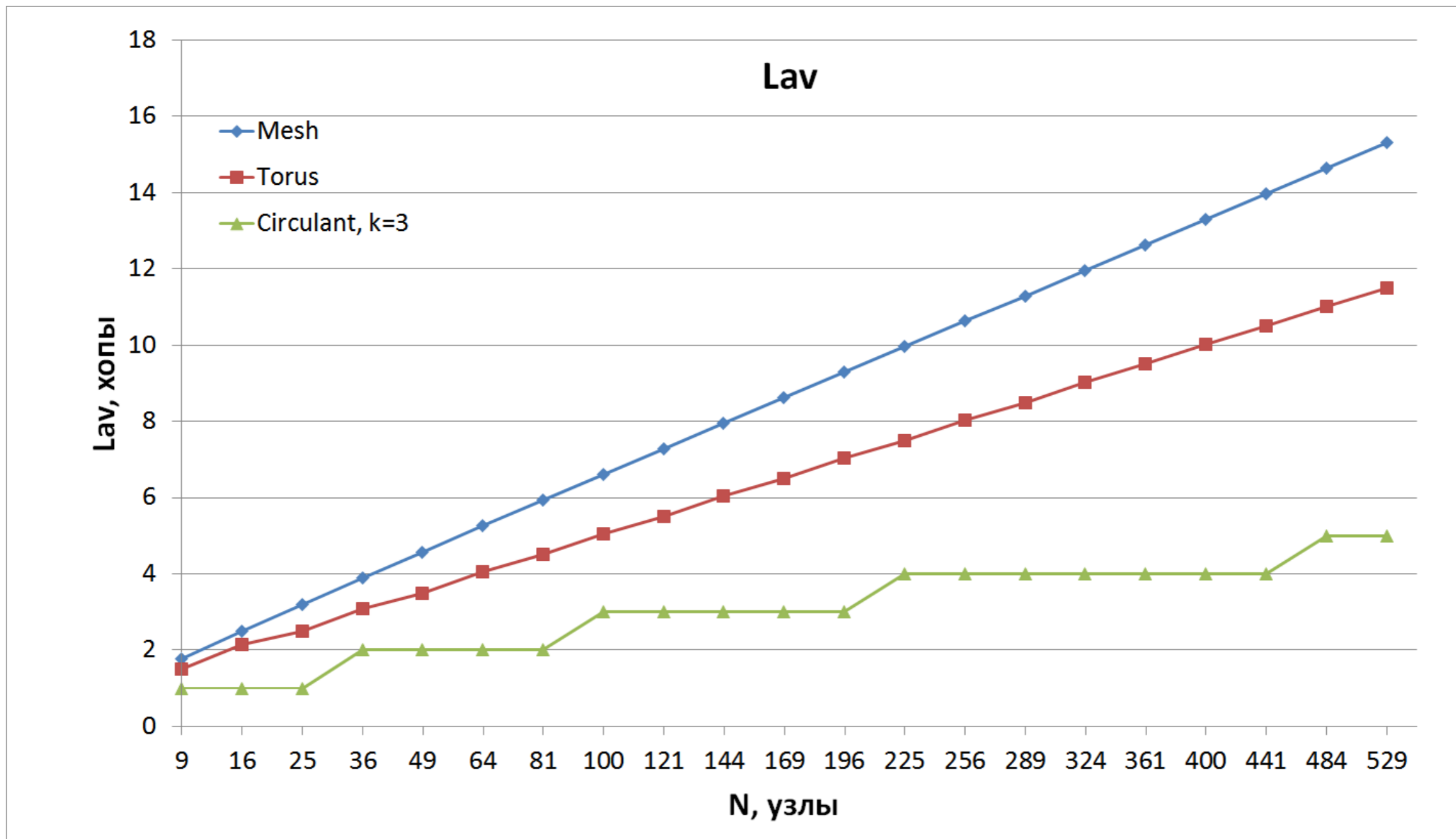
$C(9; 1, 3, 4)$



$C(27; 1, 6, 16)$



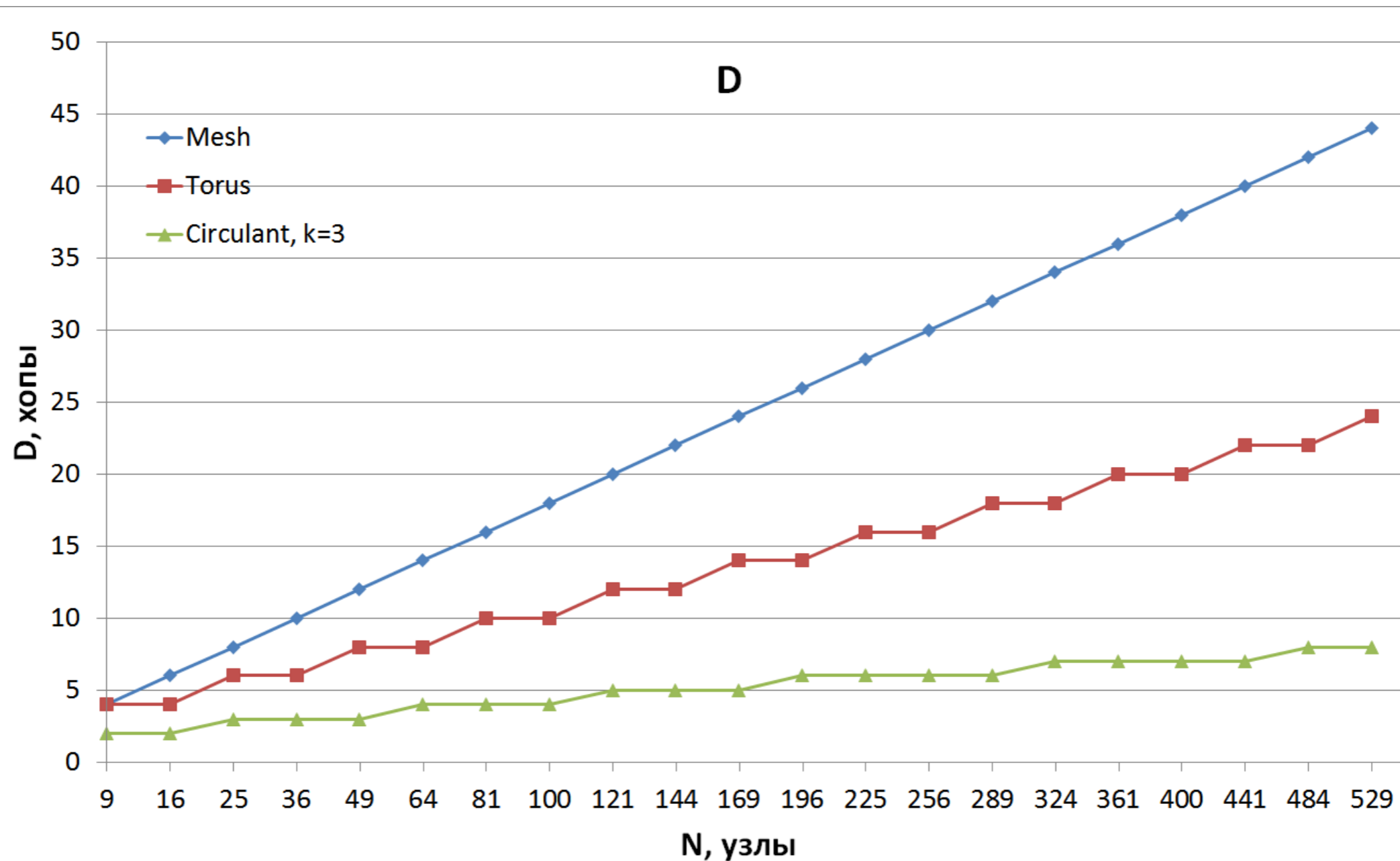
$C(17; 1, 4, 10)$



Зависимость среднего расстояния между кратчайшими путями между всеми узлами по числу узлов



Сравнение топологий СтнК



Зависимость диаметра от количества узлов



Высокий (системный) уровень - моделирование динамического изменения структуры сети (изменение топологии, количества маршрутизаторов);

Средний (поведенческий) уровень - моделирование обмена данными между блоками, анализ пропускной способности, задержек, анализ эффективности алгоритма маршрутизации;

Низкий (физический) уровень - исследование используемых ресурсов (занимаемый размер на кристалле, энергопотребление).



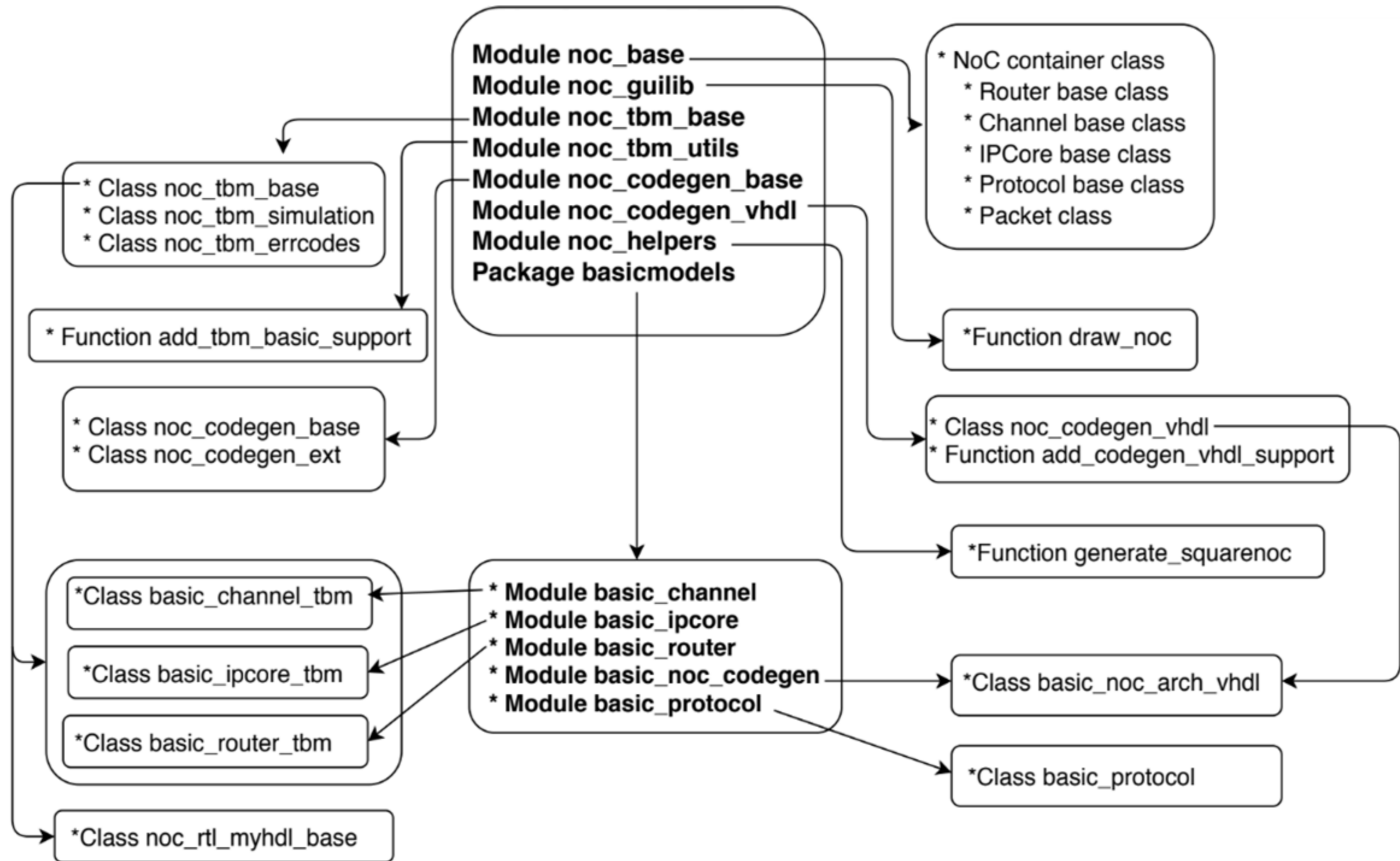
Высокоуровневые симуляторы сетей на кристалле

МИЭМ НИУ ВШЭ

Симулятор	Язык	Топологии	Тесты (синтетические /встроенные)	Алгоритмы маршрутизации	Горячие точки	Параметры	Настройки
Vnoc	C++	2D-mesh	да/нет	XY	нет	Потребление энергии	Консоль
Nigram	SystemC	2D-mesh 2D-torus	да/да	XY OE	нет	Мощность, задержки, пропускная способность	Файл
NoCSTweak	SystemC	2D-mesh	да/да	XY, Negative first, West first, North last, OE, Lookup table	да	Потребление энергии, пропускная способность, задержки	Консоль
NoCModel 2.0	Python	2D-топологии	да/да	XY	нет	Пропускная способность, задержки	Файл
Hermes NoC	SystemC	2D-mesh	да/нет	XY, Negative first, West first, North last	нет	Пропускная способность, задержки	Консоль



Структура симулятора NoсModel 2.0





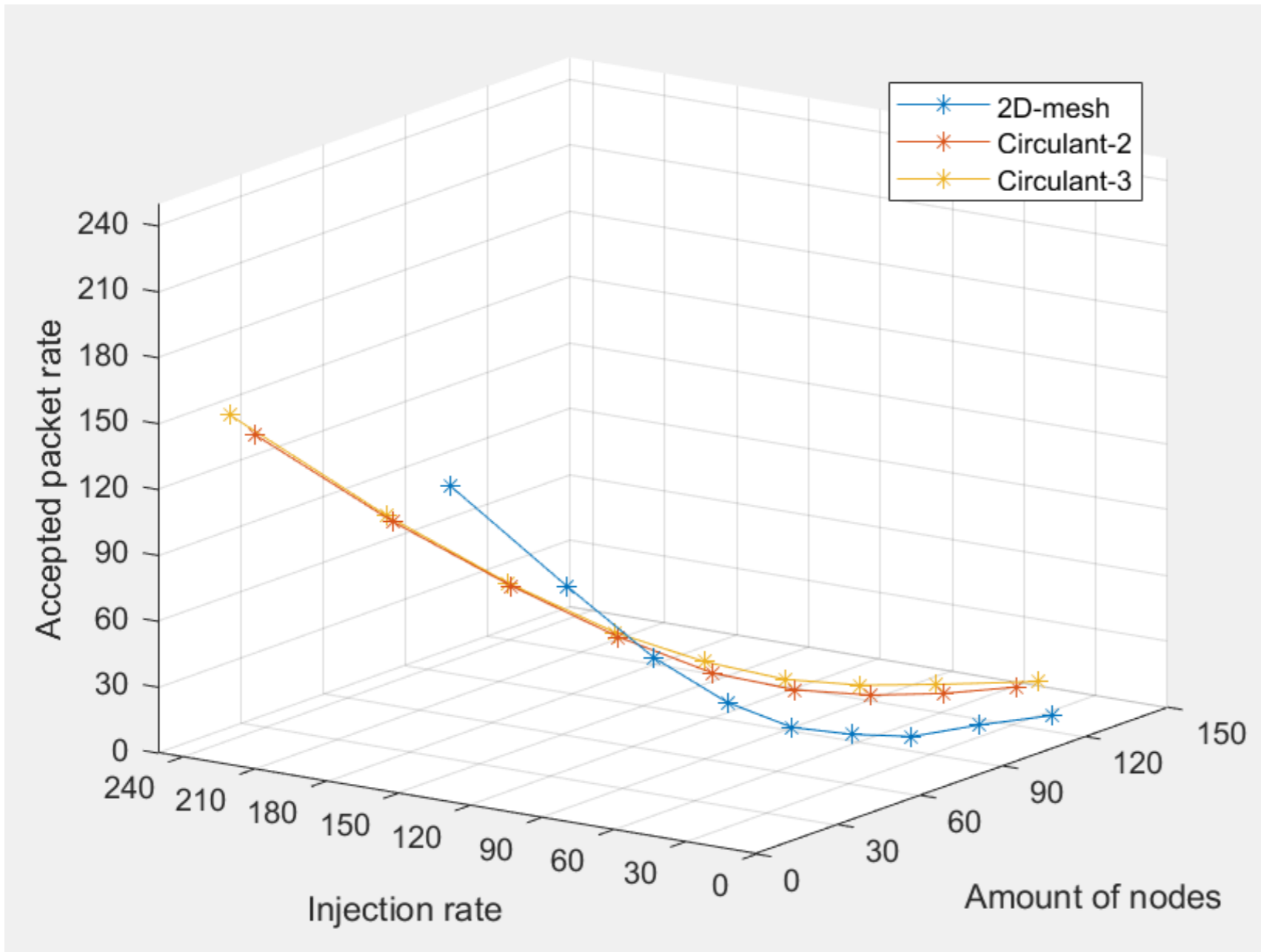
Изменение симулятора NoCModel 2.0

МИЭМ НИУ ВШЭ

- Добавлена функция рандомизации таблиц маршрутизации для снижения потерь пакетов в класс router;
- Изменена функция `do_checkvect` для сохранения векторов для проведения тестов;
- Изменение функции `noc_helpers` для генерации циркулянтных топологий;
- Добавлена функция для получения и анализа результатов моделирования.



Апробация симулятора NoCModel 2.0 МИЭМ НИУ ВШЭ



Время «разогрева»
сети от времени
моделирования:
20%

Время симуляции:
10000

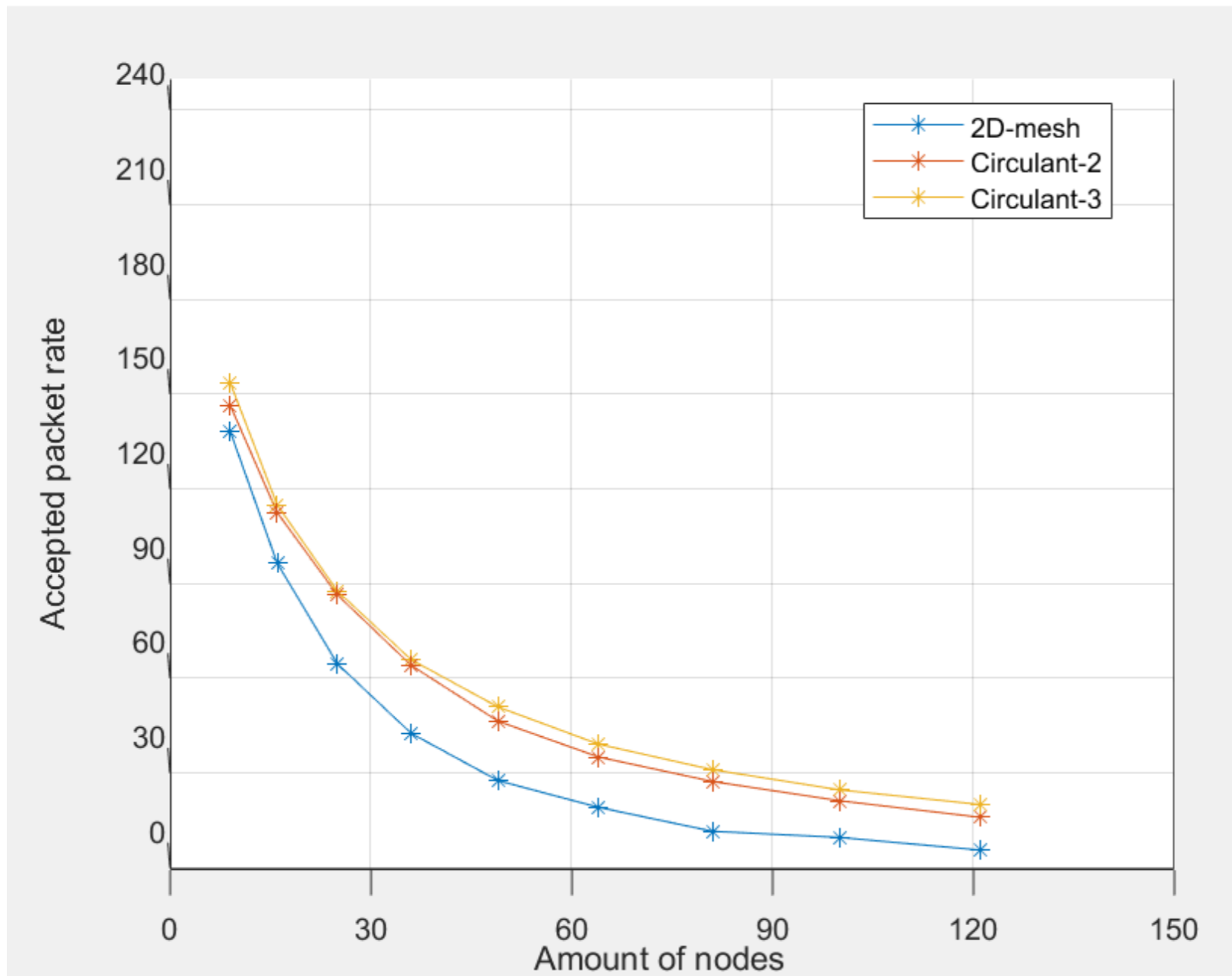
Виртуальные
каналы: нет

Время начала
отправки пакетов:
900

Интервал отправки
пакетов: 30



Апробация симулятора NoCModel 2.0 МИЭМ НИУ ВШЭ



Время «разогрева»
сети от времени
моделирования:
20%

Время симуляции:
10000

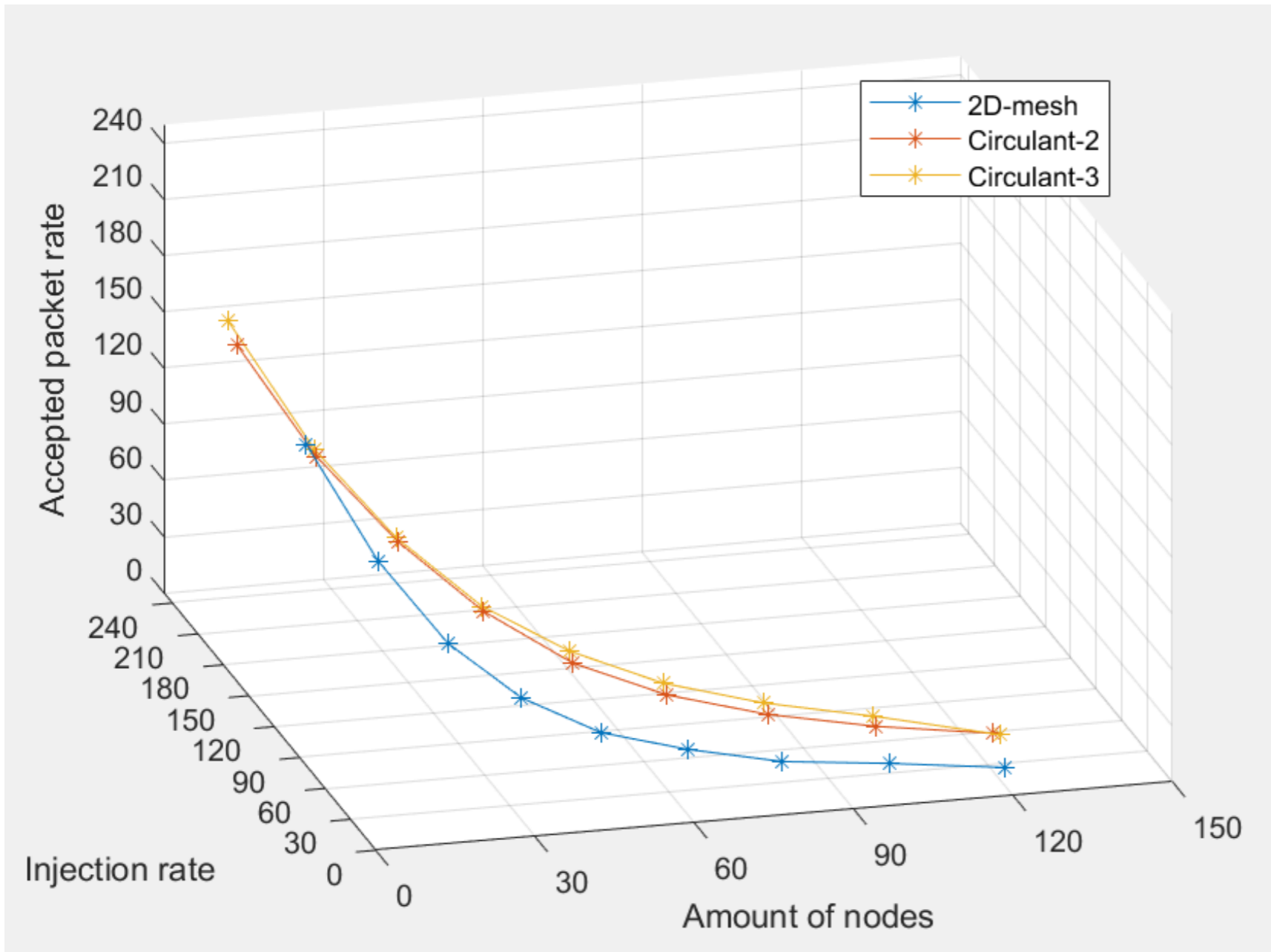
Виртуальные
каналы: нет

Время начала
отправки пакетов:
900

Интервал отправки
пакетов: 30



Апробация симулятора NoCModel 2.0 МИЭМ НИУ ВШЭ



Время «разогрева»
сети от времени
моделирования:
20%

Время симуляции:
10000

Виртуальные
каналы: нет

Время начала
отправки пакетов:
900

Интервал отправки
пакетов: 30

- Был модифицирован высокоуровневый симулятор NosModel 2.0 для моделирования циркулянтных топологий;
- Было проведено моделирование СтнК с топологиями 2d mesh и циркулянт 2-го и 3-го порядка;
- Были получены данные пропускной способности, которые соответствуют результатам, полученным с помощью других моделей.



Спасибо за внимание!



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ