

# **Лабораторная работа №9**

**Модель «Накорми студентов»**

Ибатулина Дарья Эдуардовна, НФИбд-01-22

# Содержание

<b>1</b>	<b>Теоретическое введение</b>	<b>4</b>
1.1	Краткое теоретическое введение: модель «Накорми студентов» в CPN Tools . . . . .	4
1.1.1	Общее описание модели . . . . .	4
1.1.2	Ключевые компоненты системы . . . . .	4
1.1.3	Логика работы . . . . .	5
1.1.4	Особенности реализации в CPN Tools . . . . .	5
1.1.5	Дидактическая ценность . . . . .	6
<b>2</b>	<b>Введение</b>	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>Выполнение лабораторной работы</b>	<b>8</b>
3.1	Упражнение . . . . .	11
<b>4</b>	<b>Выводы</b>	<b>16</b>
	<b>Список литературы</b>	<b>17</b>

## Список иллюстраций

3.1	Граф сети модели «Накорми студентов» . . . . .	8
3.2	Декларации модели «Накорми студентов» . . . . .	9
3.3	Модель «Накорми студентов» . . . . .	10
3.4	Запуск модели «Накорми студентов» . . . . .	11
3.5	Пространство состояний для модели «Накорми студентов» . . . .	15

# 1 Теоретическое введение

## 1.1 Краткое теоретическое введение: модель «Накорми студентов» в CPN Tools

### 1.1.1 Общее описание модели

Модель «Накорми студентов» представляет собой учебный пример **сети Петри**, демонстрирующий базовые принципы дискретного моделирования систем с распределенными ресурсами. Она реализована в среде CPN Tools – специализированном инструменте для работы с раскрашенными сетями Петри (Colored Petri Nets) [1,2].

### 1.1.2 Ключевые компоненты системы

**Позиции (места):** 1. **Голодный студент** – содержит фишки, представляющие студентов в начальном состоянии

2. **Пирожки** – хранит фишки-ресурсы (пироги)

3. **Сытый студент** – конечное состояние после потребления ресурса

**Переход:** - **Съесть пирожок** – активируется при наличии фишек в обеих входных позициях

**Типы фишек:**

1. Студенты (идентифицируются уникальными метками)

2. Пироги (могут иметь параметры: тип начинки, вес и т.д.)

### 1.1.3 Логика работы

1. Система инициализируется фишками в позициях «Голодный студент» и «Пирожки»
2. При активации перехода:
  - Потребляется по одной фишке из каждой входной позиции
  - Генерируется фишка в позиции «Сытый студент»
3. Процесс продолжается до исчерпания ресурсов [3–5]

// Пример структуры в нотации CPN Tools

```
place HungerStudents;
```

```
place Pies;
```

```
place FedStudents;
```

```
trans EatPie {
```

```
    from HungerStudents, Pies;
```

```
    to FedStudents;
```

```
    guard: count(Pies) > 0;
```

```
}
```

### 1.1.4 Особенности реализации в CPN Tools

- **Типизация данных** для фишек (студенты как сложные объекты с атрибутами)
- **Визуальное моделирование** состояний системы
- **Автоматическая валидация** корректности переходов
- **Возможность анализа достижимости состояний и дедлоков**

### 1.1.5 Дидактическая ценность

Модель иллюстрирует:

- Принцип **конкурентного доступа** к ресурсам
- Механизм **синхронизации процессов**
- Базовые концепции **распределенных систем**
- Методы **верификации** моделей [4,5]

## 2 Введение

### Цель работы

Реализовать модель “Накорми студентов” в CPN Tools.

### Задание

- Реализовать модель “Накорми студентов” в CPN Tools;
- Вычислить пространство состояний, сформировать отчет о нем и построить граф [6].

### 3 Выполнение лабораторной работы

Рассмотрим пример студентов, обедающих пирогами. Голодный студент становится сытым после того, как съедает пирог.

Таким образом, имеем: - два типа фишек: «пироги» и «студенты»; - три позиции: «голодный студент», «пирожки», «сытый студент»; - один переход: «съесть пирожок».

Сначала нарисуем граф сети. Для этого с помощью контекстного меню создаём новую сеть, добавляем позиции, переход и дуги (рис. 3.1).

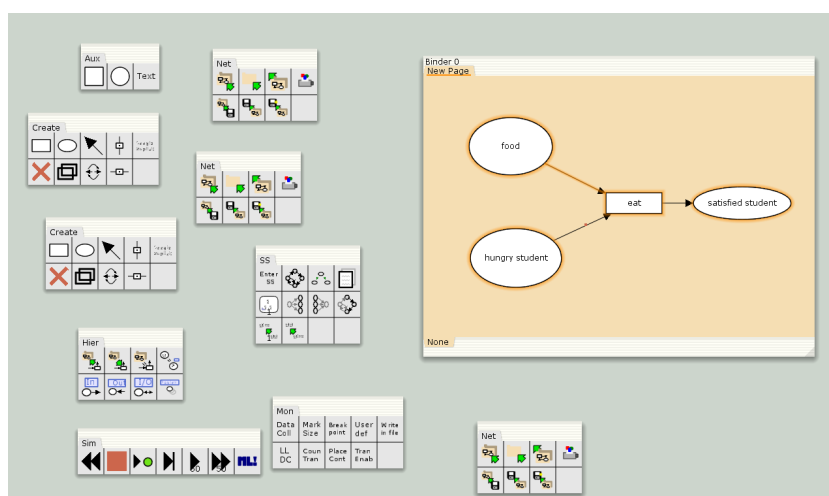


Рис. 3.1: Граф сети модели «Накорми студентов»

В меню задаём новые декларации модели: типы фишек, начальные значения позиций, выражения для дуг. Для этого наведя мышку на меню Standart declarations, правой кнопкой вызываем контекстное меню и выбираем New Decl (рис. 3.2).



```
▼ nakormi.cpn
  Step: 3
  Time: 0
  ▶ Options
  ▼ History
  ▼ Declarations
    ▶ Standard declarations
      ▼ colset s=unit with student;
      ▼ colset p=unit with pasty;
      ▼ var x:s;
      ▼ var y:p;
      ▼ val init_stud = 3` student;
      ▼ val init_food = 5` pasty;
  ▼ Monitors
    nakormi_studenta
```

Рис. 3.2: Декларации модели «Накорми студентов»

После этого задаем тип *s* фишкам, относящимся к студентам, тип *p* — фишкам, относящимся к пирогам (1 раз нажать клавишу Tab), задаём значения переменных *x* и *y* для дуг (нажимая на сами дуги) и начальные значения мультимножеств *init\_stud* и *init\_food* (2 раза нажать клавишу Tab). В результате получаем работающую модель, которая подсвечена зелёным цветом (рис. 3.3).

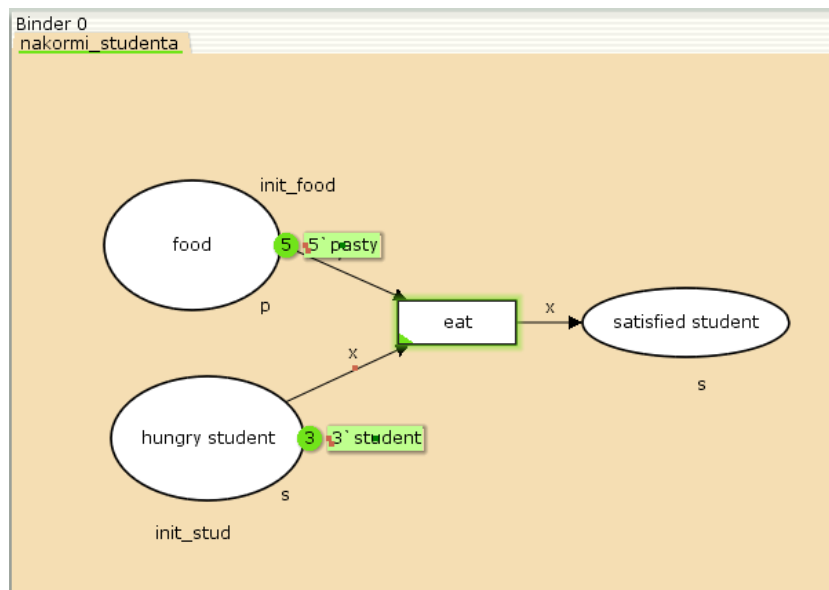


Рис. 3.3: Модель «Накорми студентов»

После запуска фишки типа «пирожки» из позиции «еда» и фишки типа «студенты» из позиции «голодный студент», пройдя через переход «кушать», попадают в позицию «сытый студент» и преобразуются в тип «студенты». Изначально голодных студентов - 3 человека, есть 3 пирожка, каждый из них съедает по одному, в результате остается 2 пирожка, 0 голодных студентов и 3 сытых студента (рис. 3.4).

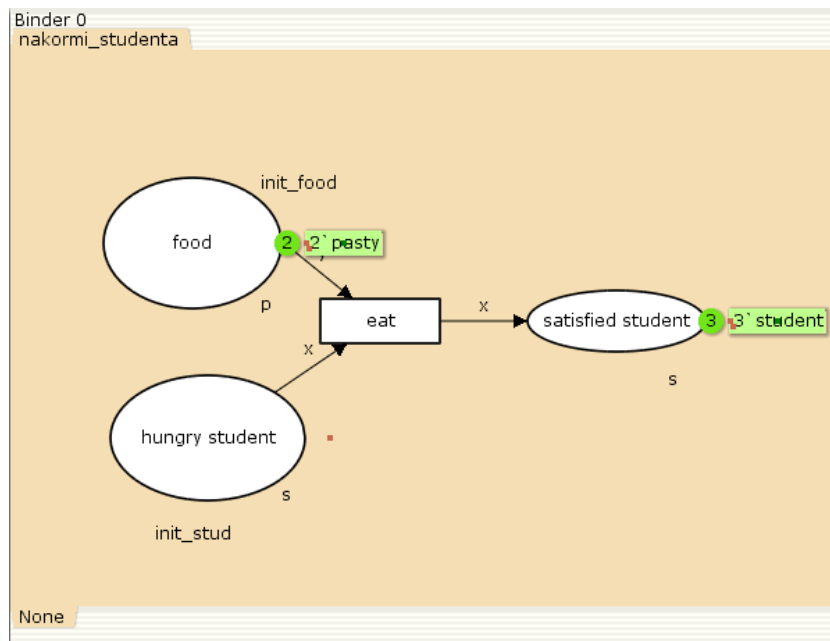


Рис. 3.4: Запуск модели «Накорми студентов»

### 3.1 Упражнение

Вычислим пространство состояний. Прежде, чем пространство состояний может быть вычислено и проанализировано, необходимо сформировать код пространства состояний. Этот код создается, когда используется инструмент Войти в пространство состояний. Вход в пространство состояний занимает некоторое время. Затем, если ожидается, что пространство состояний будет небольшим, можно просто применить инструмент Вычислить пространство состояний к листу, содержащему страницу сети. Сформируем отчёт о пространстве состояний и проанализируем его. Чтобы сохранить отчет, необходимо применить инструмент Сохранить отчет о пространстве состояний к листу, содержащему страницу сети и ввести имя файла отчета.

Из полученного отчета можно узнать:

- В графе есть 4 узла и 3 дуги (4 состояния и 3 перехода).

- Указаны границы значений для каждого элемента: голодные студенты (максимум - 3, минимум - 0), сытые студенты (максимум - 3, минимум - 0), еда (максимум - 5, минимум - 2, минимальное значение 2, так как в конце симуляции остаются пирожки).
- Также указаны границы мультимножеств.
- Маркировка home равная 4.
- Маркировка dead равная 4.
- В конце указано, что нет бесконечных последовательностей вхождений.

Ниже представлен листинг отчёта:

CPN Tools state space report for:

/home/openmodelica/nakormi.cpn

Report generated: Fri Apr 4 18:35:45 2025

## Statistics

---

### State Space

Nodes: 4

Arcs: 3

Secs: 0

Status: Full

### Scc Graph

Nodes: 4

Arcs: 3

Secs: 0

## Boundedness Properties

---

### Best Integer Bounds

	Upper	Lower
nakormi_studenta'food	1 5	2
nakormi_studenta'hungry_student	1	
	3	0
nakormi_studenta'satisfied_student	1	
	3	0

### Best Upper Multi-set Bounds

nakormi\_studenta'food 1  
5`pasty  
nakormi\_studenta'hungry\_student 1  
3`student  
nakormi\_studenta'satisfied\_student 1  
3`student

### Best Lower Multi-set Bounds

nakormi\_studenta'food 1  
2`pasty  
nakormi\_studenta'hungry\_student 1  
empty  
nakormi\_studenta'satisfied\_student 1  
empty

## Home Properties

---

Home Markings

[4]

## Liveness Properties

---

Dead Markings

[4]

Dead Transition Instances

None

Live Transition Instances

None

## Fairness Properties

---

No infinite occurrence sequences.

Построим граф пространства состояний (рис. 3.5):

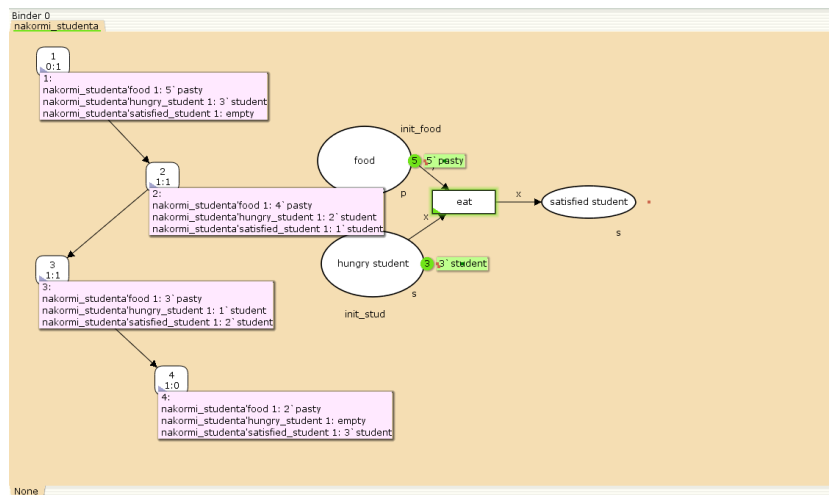


Рис. 3.5: Пространство состояний для модели «Накорми студентов»

## 4 Выводы

В процессе выполнения данной лабораторной работы я реализовала модель “Накорми студентов” в CPN Tools.



## Список литературы

1. Олифер В.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети: принципы, технологии, протоколы. 2-е изд. Минск: Библиотека БГУИР, 2010.
2. неизвестен А. Синтез нейронной сети на основе сети Петри для формирования структуры // Вестник Астраханского государственного технического университета. 2023.
3. ГОСТ Р 7.0.100–2018: Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления. Москва: Стандартинформ, 2018.
4. Westergaard M. CPN Tools 4 Extensions: Advanced Communication and Debugging. 2013.
5. Зайцев Д.А., Шмелева Т.Р. Моделирование телекоммуникационных систем в CPN Tools: учебное пособие. Министерство образования и науки Российской Федерации, 2015.
6. Королькова А.В., Кулябов Д.С. Руководство к лабораторной работе №9. Моделирование информационных процессов. Модель "Накорми студентов". 2025. С. 4.