



Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации Федеральное государственное
бюджетное образовательное учреждение высшего
образования «Московский государственный
технический университет имени Н.Э. Баумана
(национальный исследовательский университет)»
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)

Моделирование многофункциональных центров обслуживания клиентов на основе сетей Петри

Студент: Волков Г.В.
Руководитель: Рудаков И.В.

Актуальность

Тематика анализа контроля СМО с очередями актуальна. В основном в качестве формализмов используются СМО, теория сетей, вероятностные автоматы, но данные формализмы не обладают достаточной глубиной для отражения всех процессов системы. Но сети Петри является более глубоким формализмом, особенно с учётом их расширений.

Цель и задачи работы

Цель работы - разработка метода моделирование многофункциональных центров обслуживания клиентов на основе сетей Петри, реализация программного обеспечения

Для достижения поставленной цели следует решить следующие задачи:

- произвести анализ и классификацию методов моделирования многофункциональных центров обслуживания
- формализовать процесс функционирования на основе выбранных методов
- разработать модель многофункциональных центров и моделирующий алгоритм
- реализовать разработанный метод
- произвести исследование временных характеристик реализованного метода для разных конфигураций многофункциональных центров и сравнить с GPSS World

Классификация методов функционирования сложных систем с очередями

Формализмы

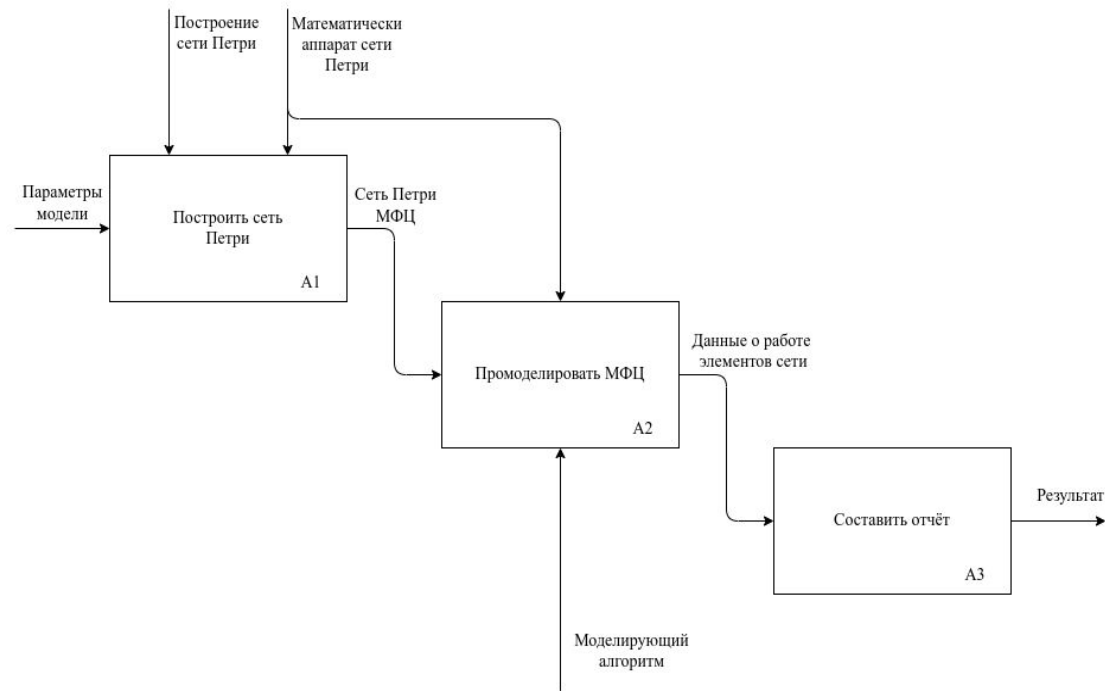
- конечные автоматы
- вероятностные автоматы
- СМО
- сети Петри

Критерии:

1. возможность моделирования стохастических систем
2. возможность моделирования параллельных систем
3. тип состояния
4. учёт времени
5. учёт типов заявок

Критерий	1	2	3	4	5
КА	Нет	Нет	Глобальное	Нет	Нет
ВА	Да	Нет	Глобальное	Нет	Нет
СМО	Да	Да	Глобальное	Да	Нет
СП	Да	Да	Локальное	Да	Да

Метод моделирования МФЦ



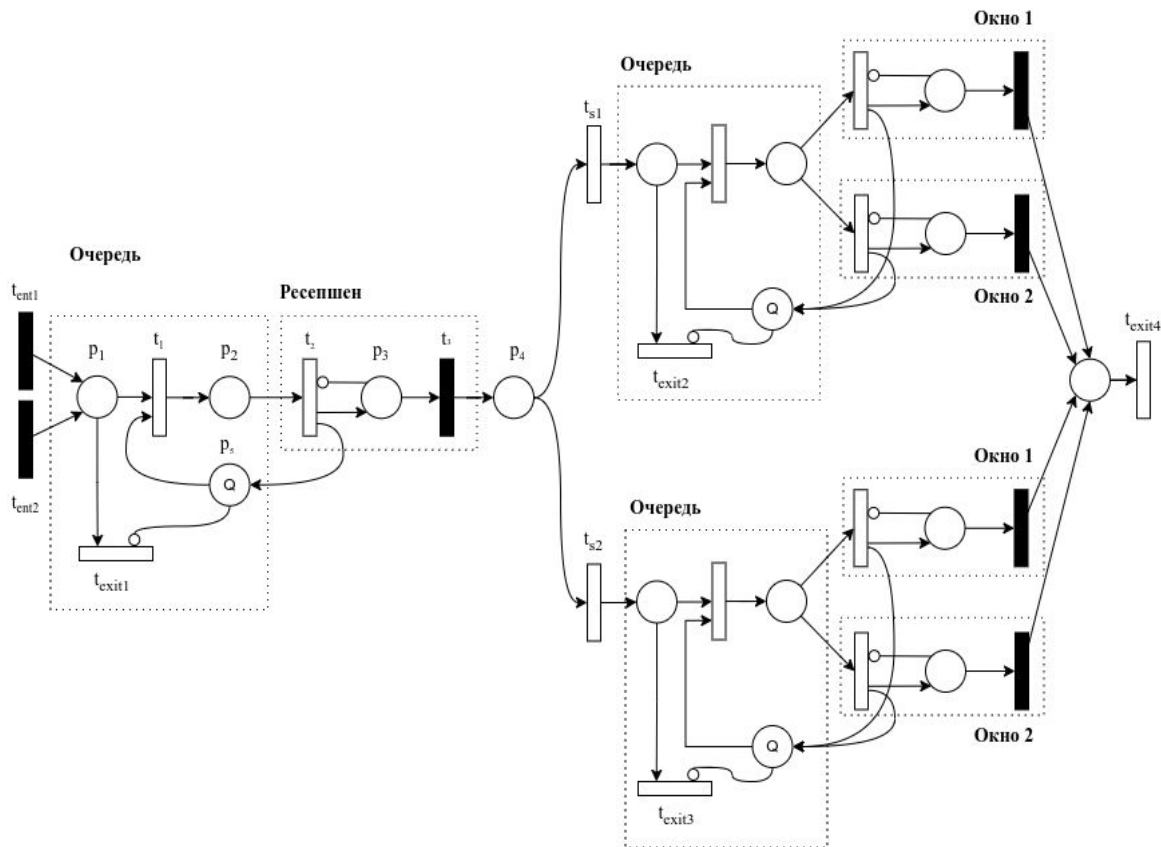
Параметры модели:

- для типов заявок: интервал времени прихода и обслуживания
- для ресепшн: интервал времени обслуживания клиента и максимальный размер очереди
- для группы окон: количество окон, максимальный размер очереди и обслуживаемые типы

Ограничение входных данных:

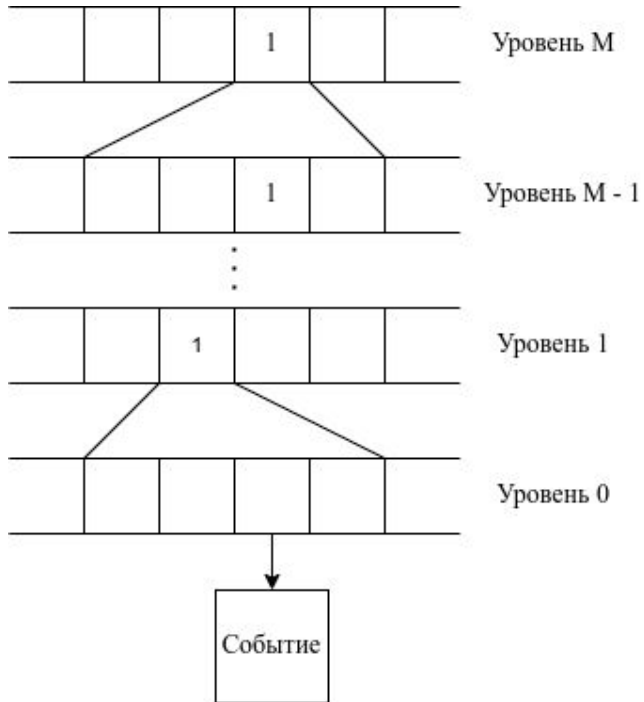
- Не более 8 типов
- Временные интервалы больше 0
- Каждый тип заявок должна обслуживать одна группа окон

Формализация функционирования МФЦ сетью Петри



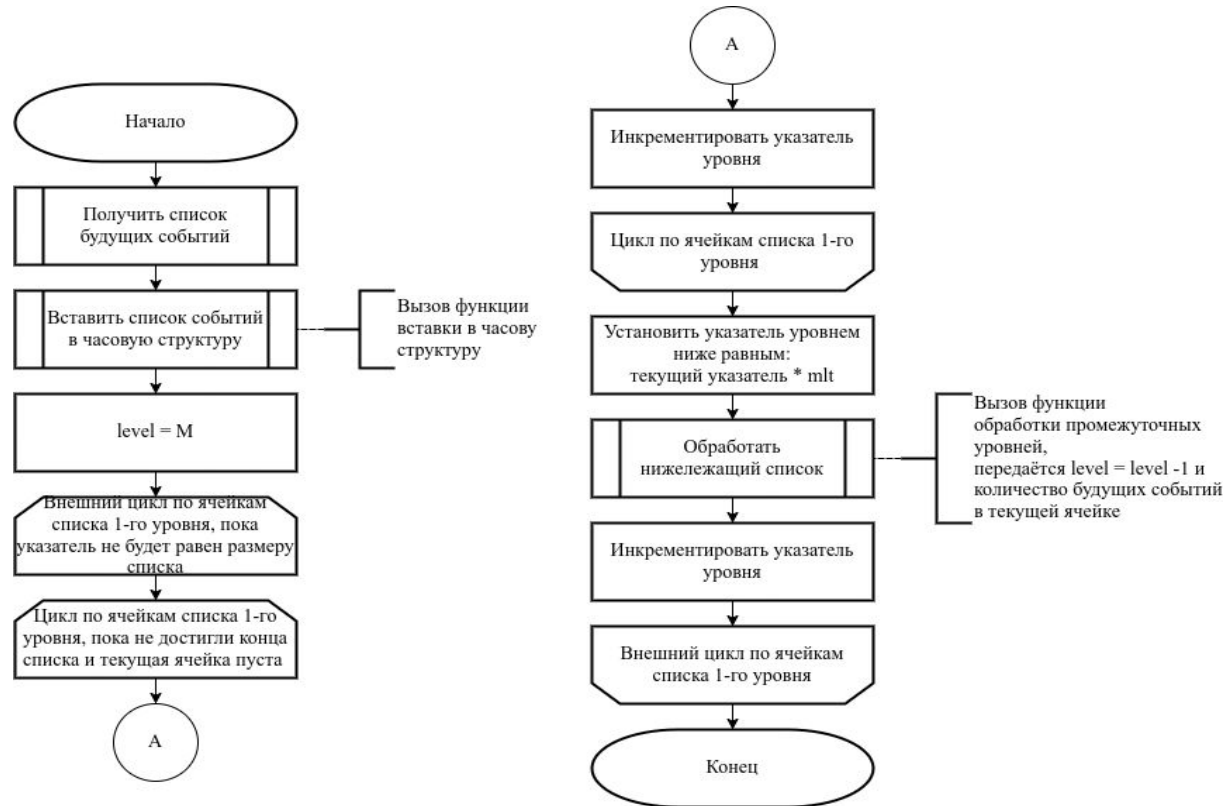
Переходы t_{si} переносят фишки только определённого типа, так реализовано разделение по типам. Переходы t_{enti} работают как генераторы и моделируют появление клиентов. Переходы t_{exiti} удаляют фишки и моделируют уход клиентов из системы. На рисунке изображён МФЦ с 2 группами окон по 2 окна каждый, обрабатывающая 2 типа заявок.

Комбинированный метод протяжки модельного времени в сложных системах с очередями

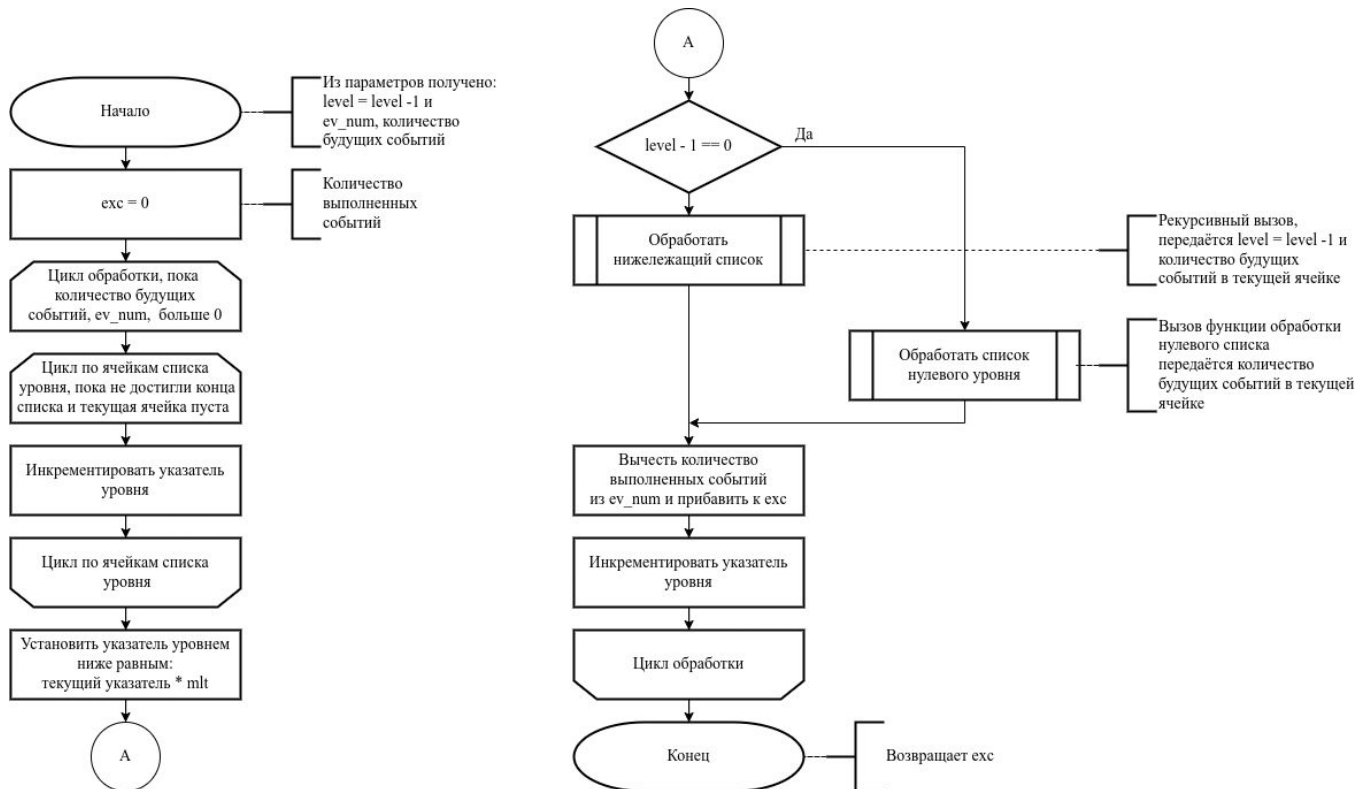


Ячейки списка уровня 0 содержат указатели на списки событий. Ячейки списков уровней выше содержат количество событий.

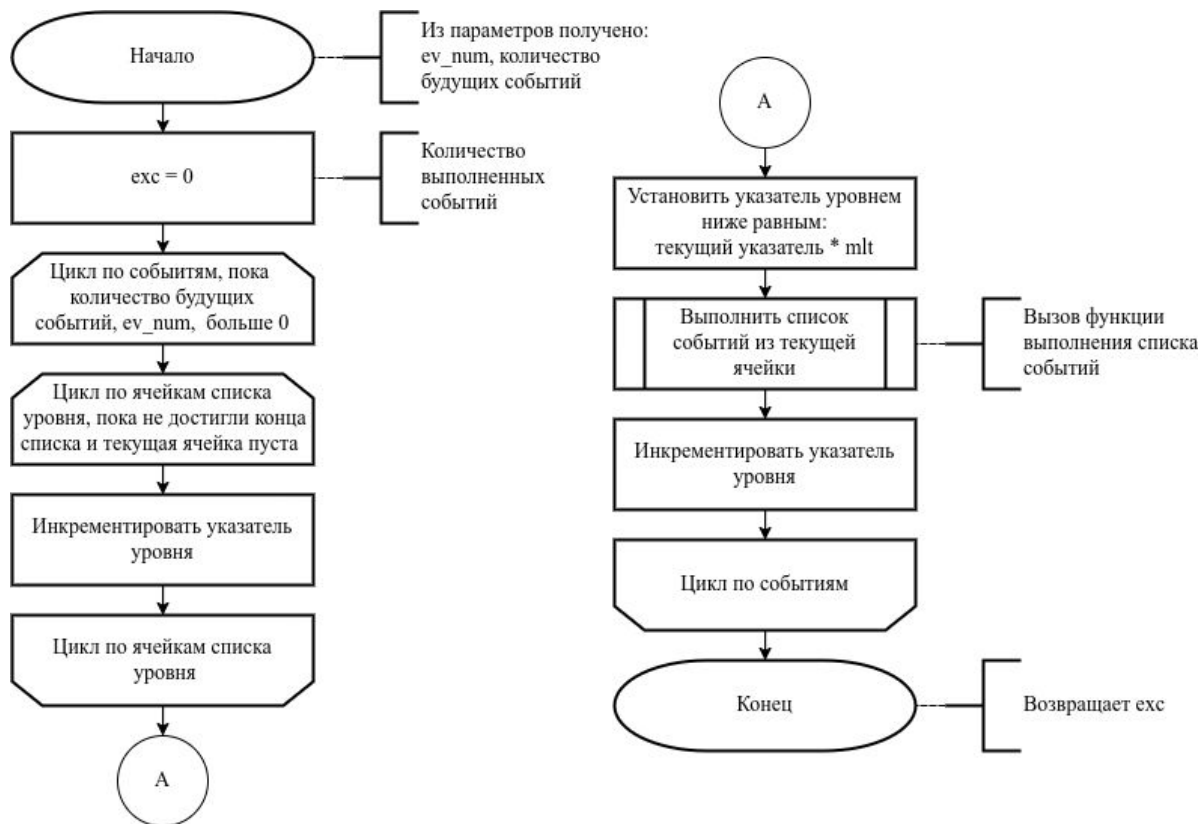
Моделирующий алгоритм обработки списка верхнего уровня



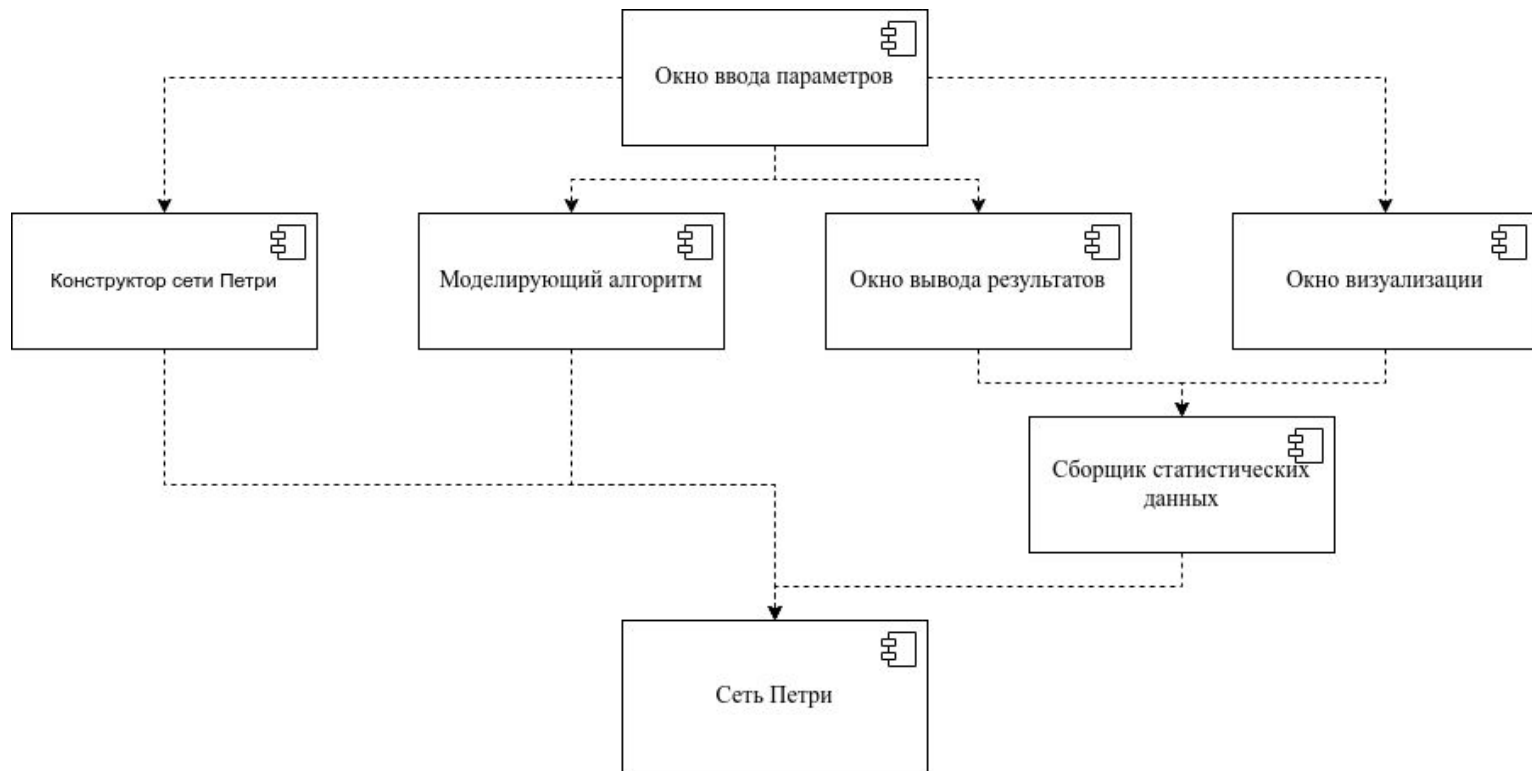
Моделирующий алгоритм обработки списков уровня от $M - 1$ до 1



Моделирующий алгоритм обработки списка нулевого уровня

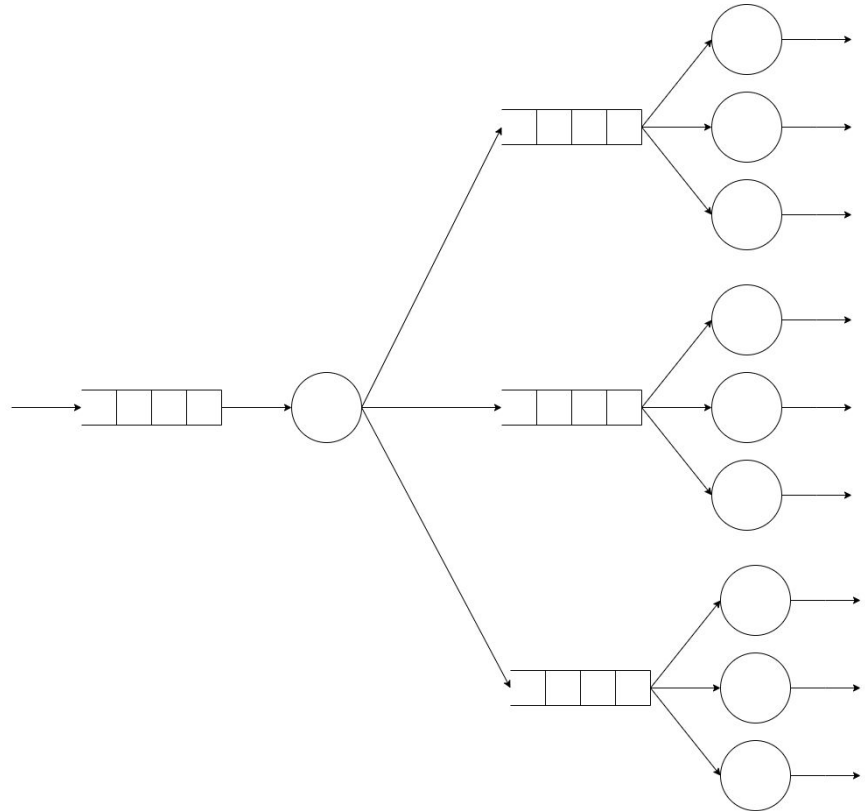


Структура ПО

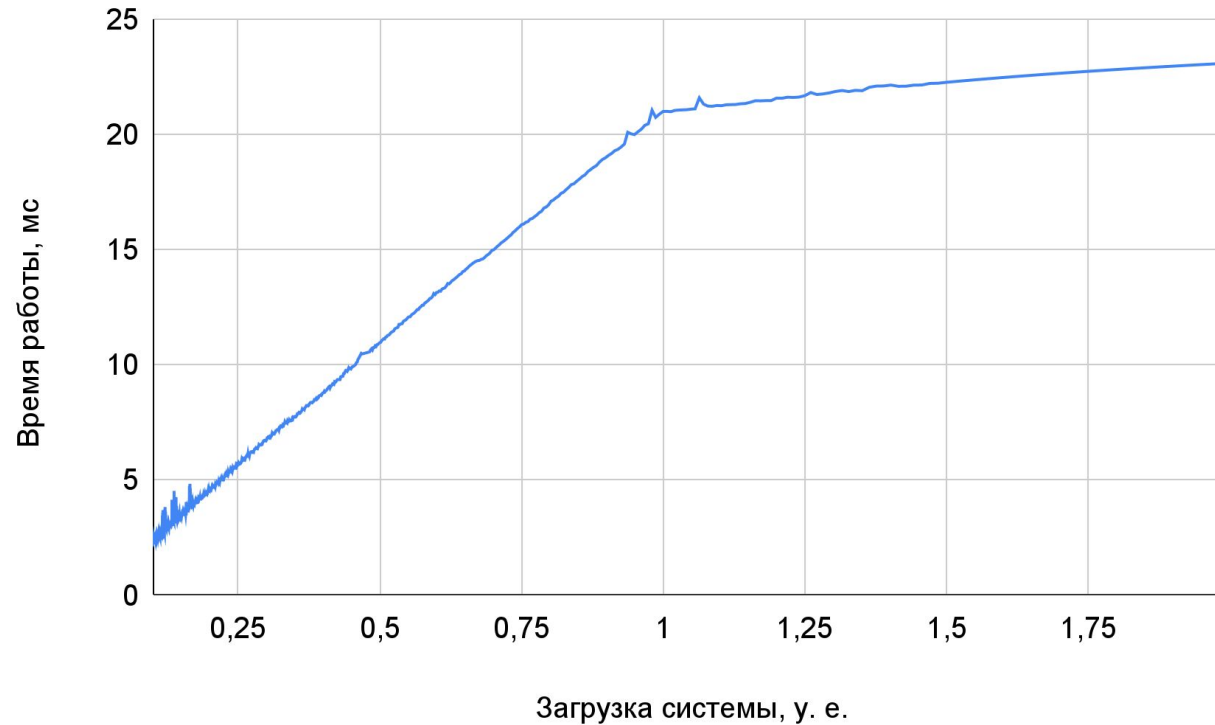


Исследование характеристик разработанного ПО

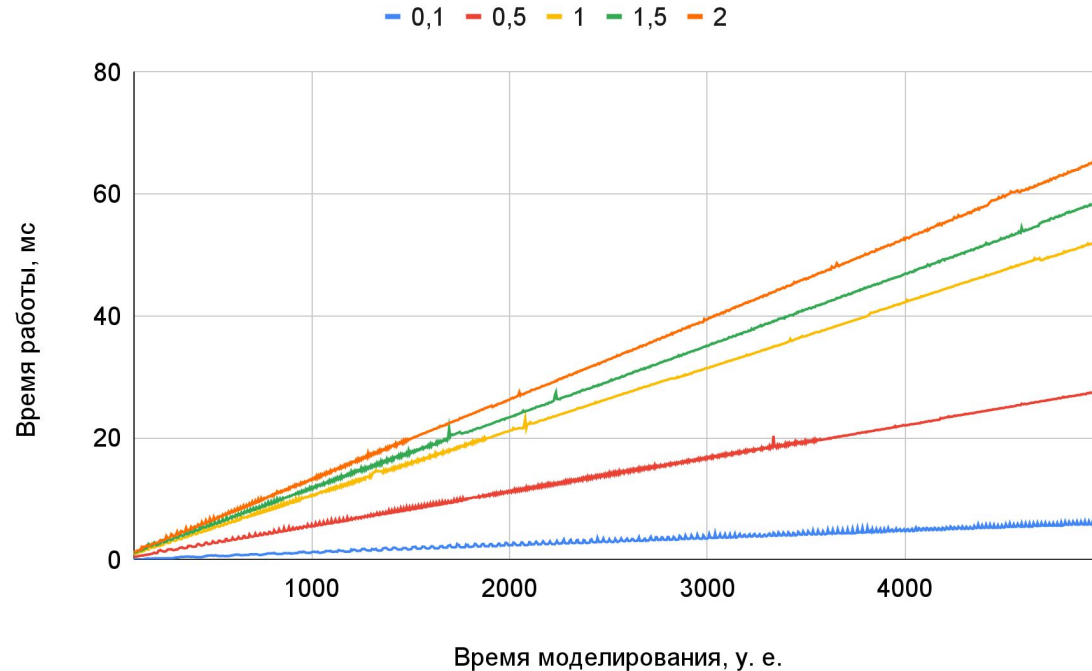
В качестве модели взят многофункциональный центр с тремя генераторами и тремя группами окон по три окна каждая. Каждое окно обрабатывает только один тип заявок. Временные характеристики типов заявок идентичны.



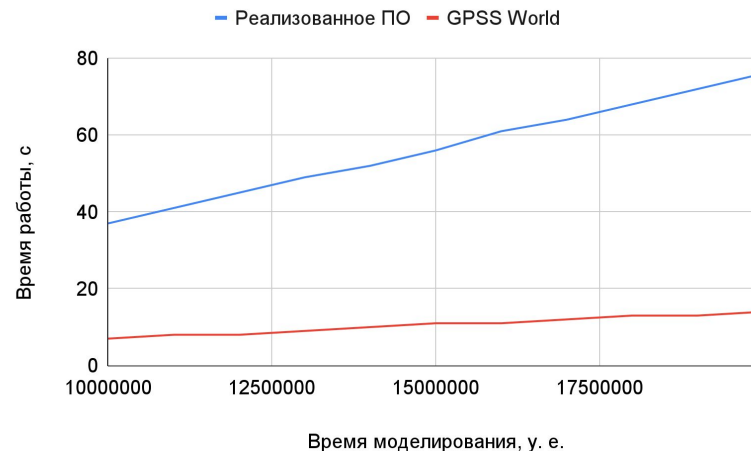
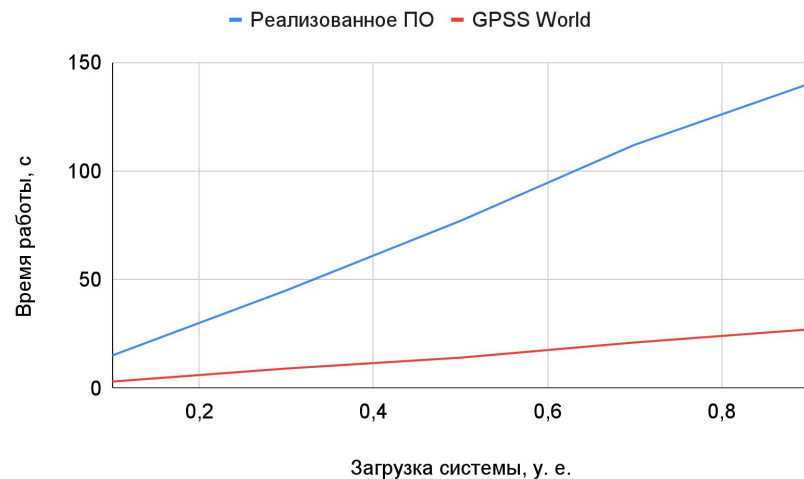
Зависимость времени работы от загрузки



Зависимость времени работы от времени моделирования



Сравнение с GPSS World



Заключение

Цель достигнута. Разработан метод моделирование многофункциональных центров обслуживания клиентов на основе сетей Петри, реализовано программное обеспечение

Для этого были решены следующие задачи:

- произведён анализ и классификацию методов моделирования многофункциональных центров обслуживания
- формализован процесс функционирования на основе выбранных методов
- разработана модель многофункциональных центров и моделирующий алгоритм
- реализован разработанный метод
- проведено исследование временных характеристик реализованного метода для разных конфигураций многофункциональных центров и сравнение с GPSS World

Дальнейшее развитие

- Вероятностные переходы заявок
- Унификация сетей Петри
- Расширение графического интерфейса, для создания моделей из блоков