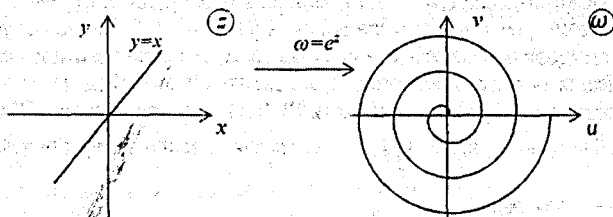


**Постановка задачи.** Найти длину участка спирали, являющейся образом отрезка  $y = x, 0 \leq x \leq 2\pi$  при отображении  $\omega = e^z$ .

**Решение.** Изобразим образ прямой при заданном отображении:



Используя формулу (2), имеем:

$$l = \int_{\gamma} |f'(z)| |dz| = \begin{cases} |f'(z)| = e^x \\ dz = d(x + iy) = [y = x] = (1 + i)dx, \\ |dz| = \sqrt{2}dx \end{cases} = \int_0^{2\pi} e^x \sqrt{2} dx = \sqrt{2} (e^{2\pi} - 1).$$

**Список цитированных источников**

1. Морозова, В.Д. Теория функций комплексного переменного: учеб. для вузов / Под ред. В.С. Зарубина, А.П. Крищенко. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2000. – 520 с.
2. Лаврентьев, М.А. Методы теории функций комплексного переменного / М.А. Лаврентьев, Б.В. Шабат. – М.: Наука, 1987. – 688 с.

УДК 681.3

**Климович А.Н., Максимук С.В.**

**Научный руководитель: профессор Муравьев Г.Л.**

### ПОДХОДЫ, КЛАССЫ, АЛГОРИТМЫ ГЕНЕРАЦИИ ИМИТАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ ПРОИЗВОЛЬНЫХ СЕТЕЙ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ

В работе рассматривается задача автоматизации получения имитационных моделей (кодов, описаний моделей на языках имитационного моделирования, поддерживаемых соответствующими системами моделирования) по некоторому исходному, формальному, математическому описанию системы, ее модели. При этом в качестве языка спецификации систем использован аппарат стохастических сетевых моделей (ССМ), относящихся к категории типовых математических q-моделей (схем) [1-3] с непрерывным временем и дискретными состояниями. Актуальность задачи обусловлена широким использованием сетей массового обслуживания для исследования объектов разной природы.

Возможные пути решения задачи – создание уникальной системы имитационного моделирования с оригинальным входным языком или специализация имеющихся средств моделирования с предоставлением пользователю интерфейса, позволяющего по формальному описанию системы получать ее модель. Здесь появляется возможность использовать имеющиеся универсальные системы моделирования, одновременно обеспечивая пользователю возможность работы в привычной предметной области, понятном аппарате [4].

В работе указанная задача рассматривается применительно к автоматизации построения имитационных моделей для произвольных сетей массового обслуживания (ПСМО) – расширения сетей массового обслуживания [5]. В частности, введены: одно-

и многоканальные узлы обслуживания с учетом относительных и абсолютных приоритетов заявок, с фиксированным и переменным быстродействием каналов узлов; локальные узловые накопители ограниченной емкости с потерями заявок при переполнении и без потерь заявок; сервисные узлы, позволяющие пользователю управлять сбором данных, обработкой результатов, обеспечивающие расчет характеристик сети в заданных пользователем временных интервалах, в указанных точках и фрагментах сети, с требуемой полнотой.

Для решения поставленных задач использовались: методы имитационного моделирования дискретных систем; аппарат теории массового обслуживания; объектно-ориентированный подход, методы каркасного программирования и автоматической генерации программ на базе принципов динамического полиморфизма и рекурсивного спуска.

В качестве языка имитационного моделирования и соответствующей системы специализации выбраны GPSS и GPSS World, что связано с удобством отображения указанных сетей в терминах блоков языка GPSS. Это потребовало разработки: форматов спецификации входных, промежуточных и выходных данных; правил отображения узлов ПСеМО средствами GPSS; правил именования объектов в сгенерированной модели для обеспечения ее структурированности и читаемости; объектной модели ПСеМО, ориентированной на автогенерацию GPSS-кодов; алгоритмы обработки объектной модели ПСеМО и т.д.

Для макетирования системы использовался язык C++ в объектно-ориентированных технологиях с применением стандартной библиотеки STL, а для реализации пользовательского интерфейса – кроссплатформенная библиотека Qt. Макет включает модуль поддержки взаимодействия с пользователем, модуль представления ПСеМО в виде объектной модели, генератор GPSS-модели.

Система испытывалась в ОС Windows 7, Ubuntu на наборе тестовых примеров, включающих разомкнутые, замкнутые и смешанные сети с различными вариантами наборов узлов. Результаты испытаний подтвердили корректность классов и алгоритмов.

Таким образом, в работе обоснован подход к автоматизации построения имитационных моделей на основе специализации стандартных инструментов моделирования системы GPSS World. Разработан и представлен формат внутреннего представления исходной спецификации системы объектной моделью и формат генерируемых моделей, обеспечивающие генерацию структурированных, читаемых и параметризуемых моделей. Описан алгоритм генерации GPSS-кодов на базе объектной модели. Спроектирован пользовательский интерфейс, согласованный с объектной моделью и система классов, обеспечивающих функциональность генератора моделей и пользовательского интерфейса.

Выполнено макетирование системы в двух вариантах: консольном для использования в системе генерации спецификаций сетевых моделей заданной сложности [6] и в оконном варианте для автономного применения при моделировании ПСеМО.

Полученные результаты составляют основу для создания полнофункциональных систем автогенерации результативных имитационных моделей по их сетевым спецификациям.

#### **Список цитированных источников**

1. Советов, Б.Я. Моделирование систем / Б.Я. Советов, С.А. Яковлев. – М.: Высш. шк., 2001. – 430 с.
2. Ивницкий, В.А. Теория сетей массового обслуживания / В.А. Ивницкий. – М.: Физико-математическая литература, 2004. – 772 с.
3. Рыжиков, Ю.И. Имитационное моделирование. Теория и технологии / Ю.И. Рыжиков. – СПб.: Корона, 2004. – 320 с.
4. Кудрявцев, Е.М. GPSS World. Основы имитационного моделирования различных систем: учебник для вузов. – Москва, 2004. – 320 с.

5. Климович, А.Н. Специализация стандартных средств имитационного моделирования // Новые математические и компьютерные технологии в проектировании, производстве и научных исследованиях: материалы 15 РНК студентов и аспирантов, Гомель, ГГУ им. Ф.Скорины, 2012. – Ч. 1. – С. 76.

6. Климович, А.Н. Специфика использования стохастических сетей: сб. конкурсных науч. работ студентов и магистрантов. – Брест: БрГТУ, 2012. – Ч. 1. – С. 72-74.

7. Климович, А.Н. Структура и особенности функционирования средств генерации сетевых спецификаций: сб. конкурсных науч. работ студентов и магистрантов / А.Н. Климович, А.Н. Никонюк. – Брест: БрГТУ, 2012. – Ч. 1. – С. 88-90.

УДК 656.13.05

**Кузнецов А.Б., Концевич В.А.**

**Научный руководитель: к.т.н., доцент Шуть В.Н.**

## ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ ДОРОЖНЫХ ЗАТОРОВ ПУТЁМ ПОИСКА ОПТИМАЛЬНОГО ПУТИ

Существующие системы, осуществляющие поиск оптимального пути с учётом дорожных заторов, показывают близкие по значению результаты, о чём свидетельствует проведённый эксперимент. Тестировались три системы: «Навител», «Яндекс Пробки», «СитиГИД»[1]. Каждая система тестировалась на четырёх различных маршрутах и трёх одинаковых транспортных средствах. Полученные результаты приведены в таблице 1.

Таблица 1*, мин			
	«Навител»	«Яндекс Пробки»	«СитиГИД»
Маршрут 1	23	23	22
Маршрут 2	23	24	25
Маршрут 3	79	77	73
Маршрут 4	46	45	47

Таблица 2**, км			
	«Навител»	«Яндекс Пробки»	«СитиГИД»
Маршрут 1	11,4	11,9	11,9
Маршрут 2	12,5	17,9	13,2
Маршрут 3	29,0	30,7	26,4
Маршрут 4	17,2	17,0	17,2

\*Время в минутах, затраченное участниками на проезд до контрольной точки.

\*\*Километраж, пройденный на каждом этапе. Три водителя ехали строго по подсказкам электроники.

*Нетрудно заметить, что лучший средний результат по затраченному времени составляет 41,25 мин, а худший результат составляет 42,75 мин. Т.е. разница составляет всего 1,5 мин.*

Такие системы также имеют некоторые общие недостатки:

- не предотвращает заторы, а только собирает информацию об уже существующих заторах;
- дорожный затор не обнаружен до тех пор, пока в нём не окажется достаточное количество транспортных средств пользователей данной системы;
- задача поиска кратчайшего пути не может быть эффективно решена, т.к. информация о местоположении транспортных средств, дорожных заторах и т.д. ограничена количеством пользователей.

В каждом транспортном средстве должно быть техническое устройство, включающее в себя: блок приёма и передачи информации, систему глобального позиционирования GPS.

Используемое в настоящее время программное обеспечение решает задачу поиска оптимального пути в основном на основе статических данных, таких как длина пути. Ясно, что такой подход не даёт эффективного результата. Установка технических средств,