



**РАЗРАБОТКА WEB-СИСТЕМЫ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ МОДЕЛЕЙ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ  
ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ НА ОСНОВЕ АППАРАТА  
АГЕНТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫХ G-СЕТЕЙ ПЕТРИ**

В статье рассматриваются вопросы построения моделей агентно-ориентированных G-сетей Петри с использованием Web-системы. Представлен внешний вид интерфейса программы и примеры настройки его элементов. Предложенная Web-система позволит проектировать крупномасштабные и коммерческие приложения.

Агентно-ориентированные G-сети Петри, Web-система, интерфейс, программа, приложение.

Существуют различные инструменты исследования систем, одними из которых являются сети Петри. Теория сетей Петри делает возможным моделирование системы математическим представлением ее в виде сети. Анализ сетей Петри помогает получить важную информацию о структуре и динамическом поведении моделируемой системы и выработки пред-

ложений по ее усовершенствованию и изменению. G-сети – это объектно-ориентированное расширение сетей Петри [1]. Система G-сети составлена из некоторого количества G-сетей, каждая из которых представляет автономный модуль или объект, доступ к которым определен через хорошо определенный механизм.

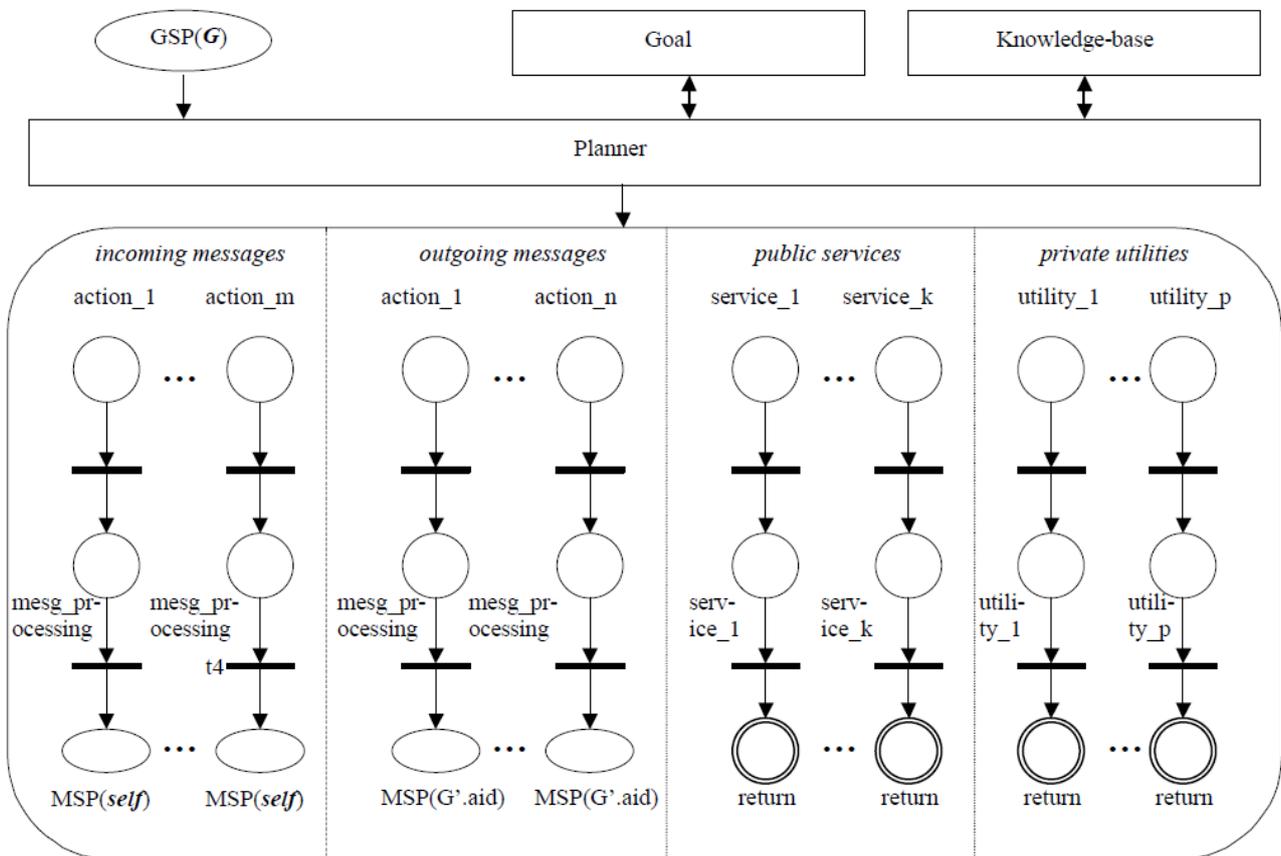


Рис. 1. Абстрактная схема агентно-ориентированной G-сети

Для моделирования агентно-ориентированной структуры необходимо применить некоторое расширение G-сетей, которое позволит описать класс агента [2]. При создании агента (в виде модели), во-первых, генерируется идентификатор агента и инициализируется ментальное состояние; во-вторых, вводятся три специальных модуля, чтобы сделать агента автономным и внутренне мотивированным:

- модуль *цели* описывает поставленные перед агентом цели;
- модуль *базы знаний* описывает окружающую среду и внутреннее состояние, которое агент данного класса может иметь;
- модуль *планирования* составляет план достижения целей из модуля цели.

Например, в модуле планирования агент может решать, игнорировать ли входящее сообщение, начать новую беседу или продолжать беседу, которая была начата другим агентом или им самими.

Внутренняя структура агентно-ориентированной G-сети состоит из 4-х секций (рис. 1): входящие сообщения, выходящие сообщения, публичные сервисы, приватные утилиты. В секциях входящих/выходящих сообщений определены *единицы обработки информации (MPU – Message Processing Units)*, которые используются для обработки сообщений от других агентов и могут использовать ISP в качестве вызовов методов, определенных в секции приватных утилит. Секция публичных сервисов дает агенту возможность работы в качестве сервера. Другие агенты могут использовать механизм вызова функций ISP для синхронного выполнения этих сервисов. Секция приватных утилит подобна секции публичных сервисов с отличием в том, что приватные утилиты могут быть вызваны только самим агентом.

Хотя и агенты, и объекты используют посылку сообщений для связи друг с другом, имеются некоторые отличия между ними. Отправка сообщений для объек-

тов – это формирование уникального вызова метода, в то время как агенты отличают различные типы сообщений, модели этих сообщений и используют сложные протоколы для переговоров. К тому же большинство агентов связываются посылкой асинхронных сообщений. Асинхронная передача является более фундаментальной, чем синхронная. Для поддержки посылки асинхронных сообщений вводится новый механизм под названием *место переключения отправки сообщений (MSP)*. Когда маркер достигает MSP (на рисунке он представлен эллипсом), маркер удаляется из места вызова и вносится в GSP-место вызванного агента. В отличие от ISP механизма, вызывающий агент не ждет, пока маркер вернется, прежде чем он продолжит выполнять следующий шаг. Также данное расширение G-сети позволяет использовать ключевое слово `self` для ссылки агента на самого себя.

Как и любое расширение, агентно-ориентированное расширение G-сетей поддается декомпозиции в обычные сети Петри. Таким образом, любую агентно-ориентированную систему можно представить в виде модели, тем самым на раннем этапе оценить плюсы и минусы, тупиковые ситуации, эффективность системы и т.д.

Используя агентно-ориентированное расширение G-сетей можно построить систему анализа бизнес-процессов на основе агентов, где каждый агент связан с отдельным бизнес-процессом. Таким образом, агенты, общаясь, могут правильно найти зависимости между друг другом и составить график зависимостей бизнес-процессов между собой. По составленной модели можно проанализировать эффективность системы, промоделировать ее работу и сделать вывод о том, стоит ли ее реализовывать. Также возможен анализ работы отдельных компонентов (отдельных агентов) системы, который укажет на изъяны и поможет исправить их.

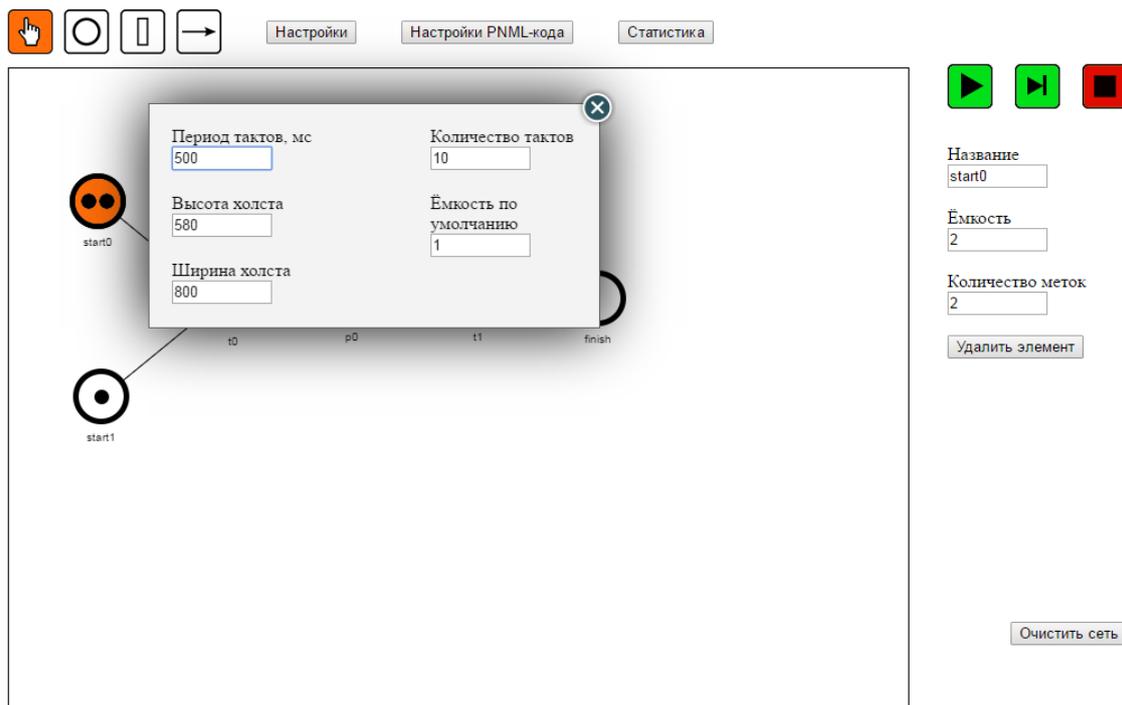


Рис. 2 Общий вид программы

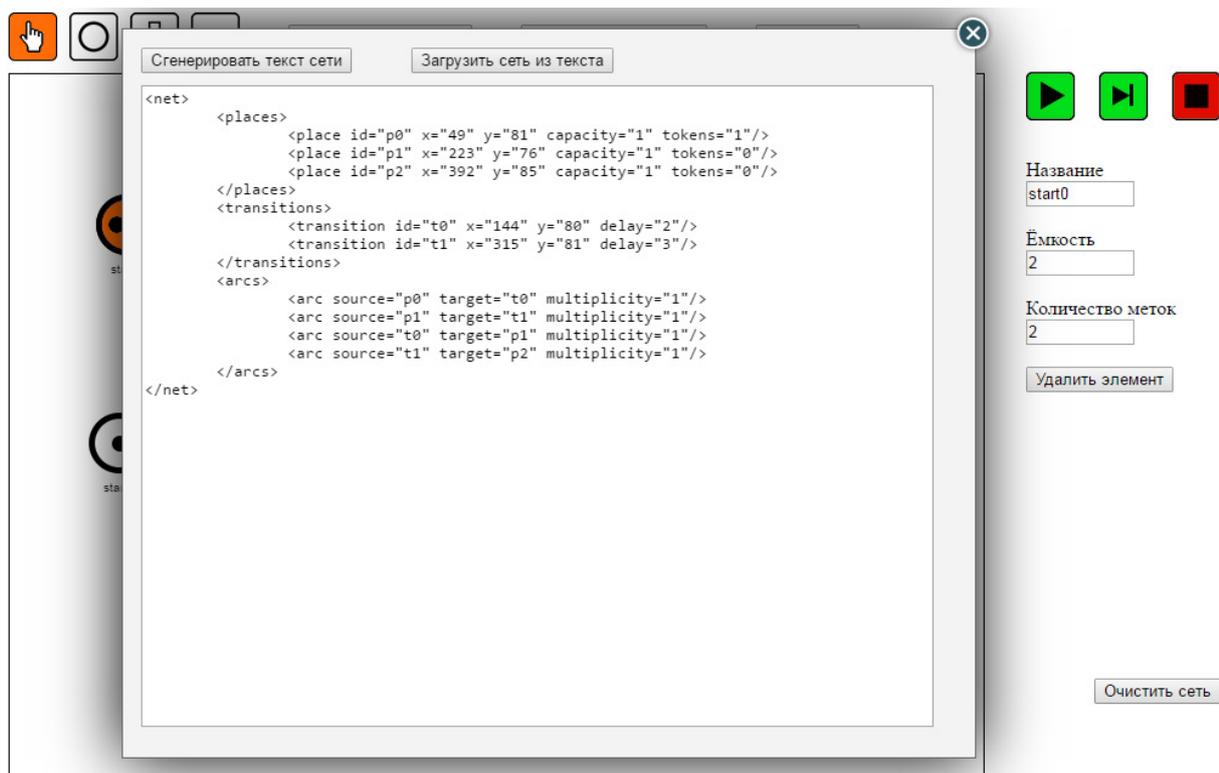


Рис. 3. Поле для ввода и вывода PNML-кода

В разрабатываемой Web-системе имеется возможность добавления элементов сети (позиций, переходов и дуг), их изменения, удаления и рисования. Программа позволяет корректно моделировать активирование перехода, а также выполнение такта сети. Кроме того, она может генерировать PNML-код (Petri Net Markup Language), соответствующий данной сети, выполнять построение сети по PNML-коду.

Для разработки Web-приложения используются HTML, CSS, Javascript и библиотека JQuery.

На рисунке 2 представлен общий вид программы. В качестве элемента рисования используется объект Canvas. Для ввода данных используются кнопки и поля ввода, имеется меню настроек, многострочное поле для ввода и вывода PNML-кода (рис. 3).

Применение сетей Петри и их расширений позволяет устранить нехватку формальной спецификации и инструментов проектирования агентно-ориентированных

и объектно-ориентированных систем. Разрабатываемая Web-система позволит проектировать крупномасштабные и коммерческие приложения, увеличив гарантии того, что разработанные системы будут надежными и пригодными для выполнения поставленной цели.

#### Литература

1. Perkusich, A. G-nets: A Petri Net Based Approach for Logical and Timing Analysis of Complex Software Systems / A. Perkusich and J. de Figueiredo // Journal of Systems and Software. – 1997. – 39 (1). – P. 39–59.
2. Haiping, Xu. An Agent-Based Petri Net Model with Application to Seller / Buyer Design in Electronic Commerce / Haiping Xu and Sol M. Shatz // In Proceedings of the IEEE 5th International Symposium on Autonomous Decentralized Systems (ISADS 2001) (March 26–28, 2001, Dallas, Texas, USA). – Dallas, 2001. – P. 11–18.

*A.N. Sorokin*

### DEVELOPMENT OF WEB-SYSTEM FOR BUILDING MODELS OF INDUSTRIAL ENTERPRISES BUSINESS PROCESSES BASED ON THE DEVICE OF AGENT-ORIENTED G PETRI-NETS

The article discusses the construction of agent-based G-Petri models using a Web-based system. The appearance of the program interface and examples of setting its elements are presented. The proposed Web-system will allow to design large-scale and commercial applications.

Agent-based G-Petri nets, Web-system, interface, program, application.