
НЕКОТОРЫЕ КЛАССЫ ТИПОВЫХ ОБЪЕКТОВ СЕТЕЙ СВЯЗИ В ANYLOGIC**В.Д. Боев, Р.А. Моисеев (Санкт-Петербург)****Актуальность**

Среди множества технологических, методологических и других проблем создания сетей связи следующего поколения центральное место занимает проблема обеспечения требуемого качества обслуживания для различных видов трафика, определения загрузки каналов при заданных ее параметрах, а также исследование поведения трафика разных классов.

Качество обслуживания характеризуют следующие показатели:

- вероятность (коэффициент) пропускной способности сети;
- среднее время передачи (задержки) сообщений (пакетов);
- вариация задержки;
- вероятность потери сообщений (пакетов).

В современной сети связи одновременно передается информация разных видов (видео– и аудиоинформация, сжатая видео– и аудиоинформация, а также данные, менее чувствительные к задержкам) с разными показателями качества обслуживания. Для создания модели сети (в том числе задания ее топологии, характеристик элементов сети), а также динамического моделирования ее работы, анализа и оптимизации ее характеристик, управления трафиком, несомненно, нужно использовать один из мощнейших инструментов исследования сложных систем – имитационное моделирование (ИМ).

В настоящее время известен ряд специализированных программных продуктов (COMNETIII, BONeSDESIGNER, OPNETModeler, ns3 и др.), предназначенных непосредственно для моделирования сетей передачи данных. Однако по разным причинам они не нашли достаточно широкого распространения в нашей стране. В том числе и из-за высокой стоимости, не оправдывающей экономически решение задачи оценки качества обслуживания той или иной сети.

В последнее десятилетие достаточно широкую известность и применение имеет отечественная объектно-ориентированная система ИМ AnyLogic. В библиотеках AnyLogic нет объектов, предназначенных непосредственно для построения ИМ сетей связи. Но есть объекты для дискретно-событийных процессов, из которых можно создать такие объекты. Данная статья посвящена некоторым классам типовых объектов сетей связи, ИМ которых разработаны в AnyLogic.

Постановка задачи

Сеть связи представляет собой СМО вида: многофазная, многоканальная, с несколькими неоднородными потоками заявок на обслуживание, разомкнутая, конечной надежности, с очередями ограниченной емкости на отдельных фазах обслуживания.

Сеть связи имеет следующие типовые объекты (рис. 1): абонент (оборудование пользователя); канал связи; узел связи (коммутационное оборудование – маршрутизатор).

На маршрутизаторы (М) по каналам (К) сети поступают от абонентов (А) сообщения через случайные промежутки времени, распределенные по экспоненциальному закону. Сообщения в соответствии с эталонной моделью взаимодействия открытых систем делятся на пакеты по 1458 байт. Сообщения могут быть четырех категорий: 1 – передача простых данных, 2 – аудиоинформация, 3 – видеоинформация, 4 – электронная почта. Передаются пакеты по сети через маршрутизаторы. Путь прохождения по сети разных пакетов одного сообщения может быть различен. Выбор пути передачи осуществляется по «рейтингу», определяемому специальным алгоритмом, заложенным в маршрутизаторы.

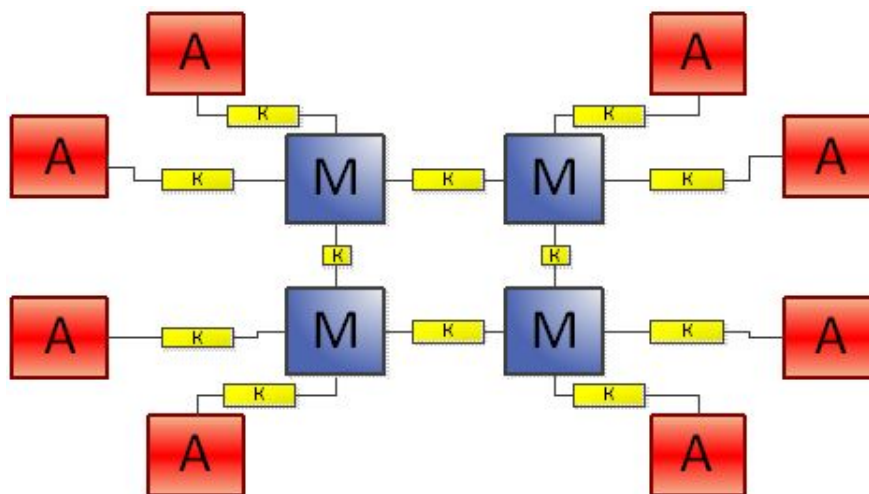


Рис. 1. Вариант структуры сети связи с типовыми объектами

Требуется разработать классы ИМ типовых объектов сети связи, способные функционировать без заранее подготовленной и вложенной в них пользователем информации о структуре сети, то есть структура сети должна собираться объектами самостоятельно. Маршрутизация на узлах должна производиться по информации о структуре сети, собранной маршрутизаторами самостоятельно. Таким образом, достигается самостоятельность модели в области ее работы. Разработчику только нужно соединить объекты и определить их параметры, «привязав» к характеристикам реального моделируемого оборудования сети связи.

Решение задачи

ИМ объектов класса состоит из трех частей: характеристики (исходные данные), результаты моделирования, событийная часть. Рассмотрим назначение и особенности построения событийных частей разработанных ИМ трех классов.

Событийная часть ИМ объектов класса **Абонент** приведена на рис. 2.

Событийная часть предназначена для имитации функционирования отправителя-получателя:

отправления сообщений через случайные интервалы времени;

розыгрыша параметров отправляемых сообщений;

приема пакетов и «сшивания» их в сообщение;

счета отправленных и полученных пакетов и сообщений по категориям;

фиксации времени поступления каждого пакета и сообщения, используемого в последующем для расчета минимального, максимального и среднего времени передачи одного пакета и одного сообщения.

Современные сети нельзя представить без точной маршрутизации передаваемой по ним информации, для чего требуется знать структуру сети. В нашем случае событийную часть Абонента можно разделить на 3 части, а ее работу – на 2 этапа. На первом этапе срабатывает первая часть (средняя ветвь). Она генерирует сигнал своего присутствия и фиксирует на сетевом оборудовании наличие и номер абонента. На втором этапе работают вторая – верхняя (генерация и передача) и третья – нижняя (прием и сборка) части – передача и прием пакетов (сообщений).

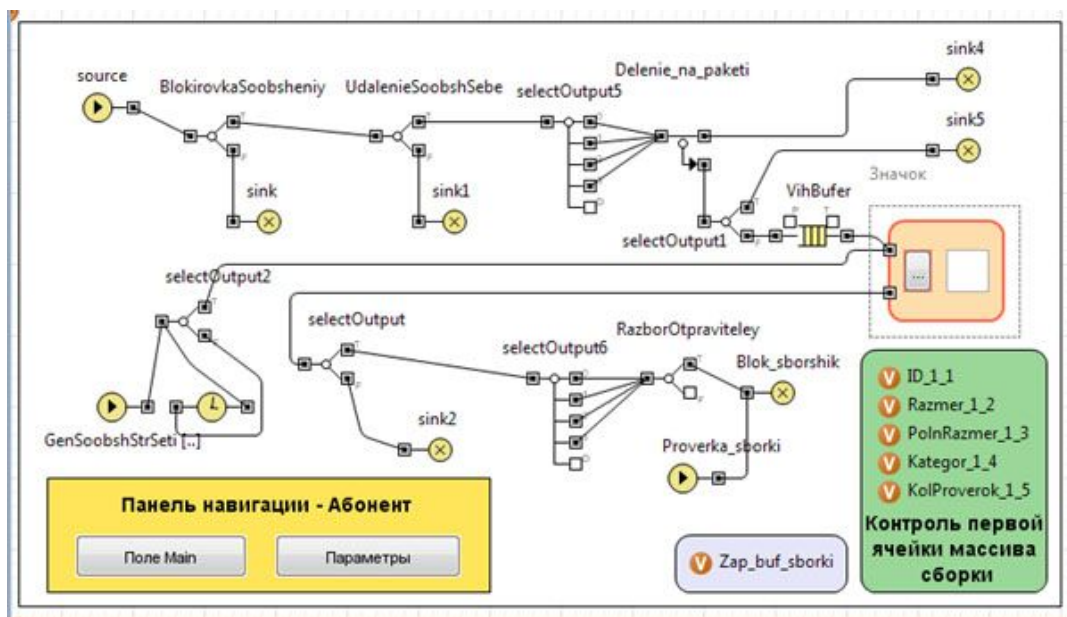


Рис. 2. Событийная часть ИМ объектов класса Абонент в AnyLogic

Событийная часть ИМ объектов класса **Канал** представлена на рис. 3.

Событийная часть предназначена для имитации передачи пакетов сообщений, выхода из строя и восстановления канала связи, потери пакетов, передаваемых по каналу в случае выхода его из строя.

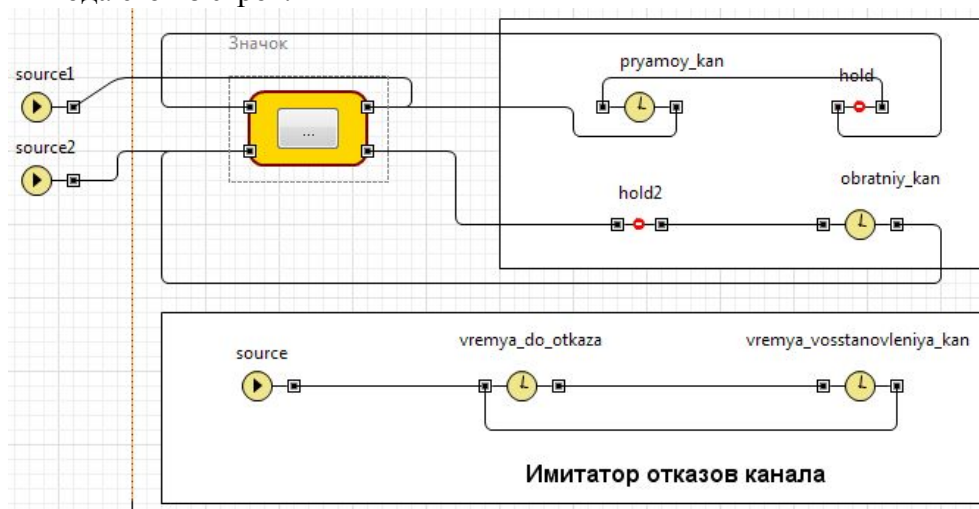
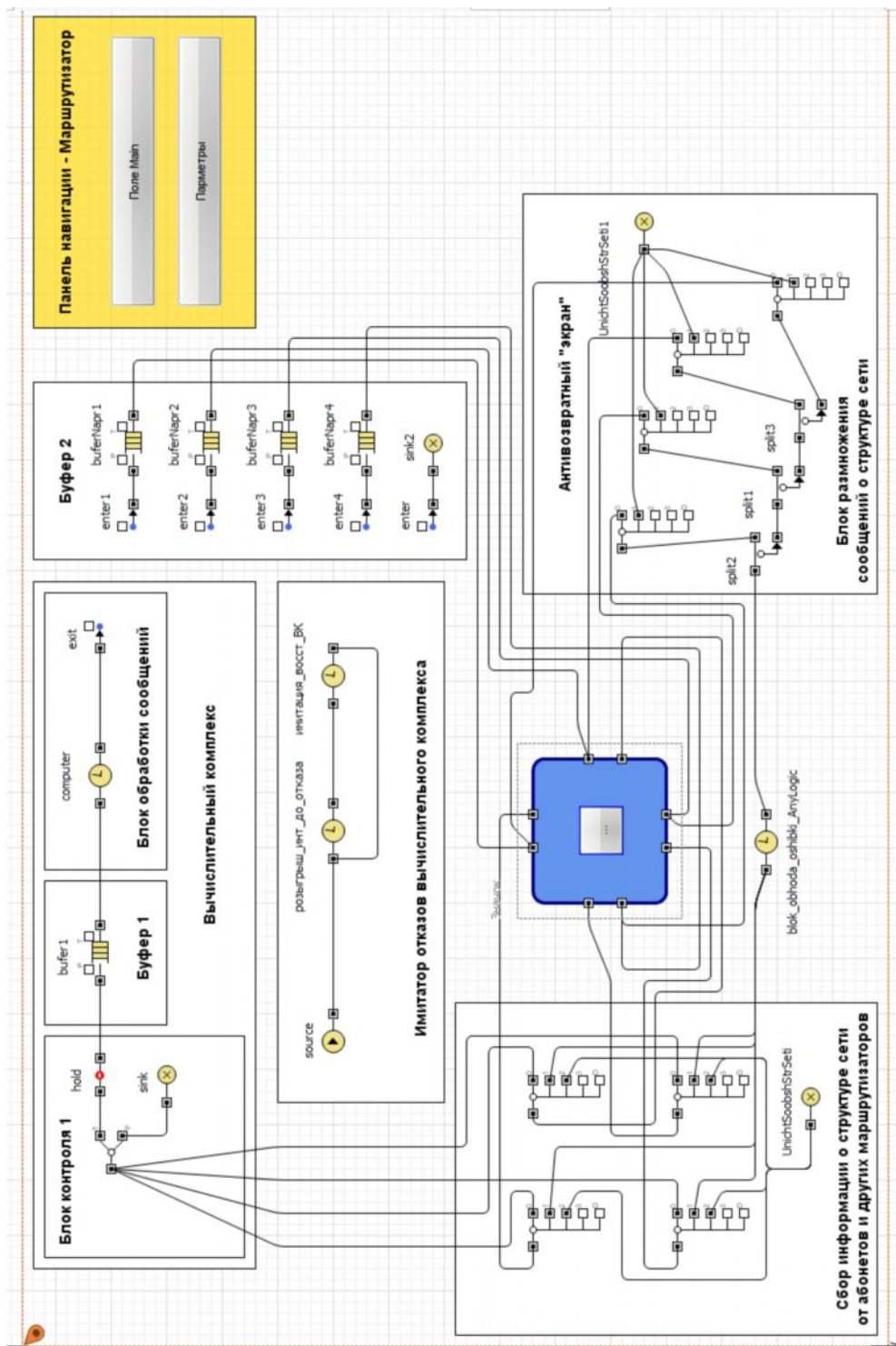


Рис. 3. Событийная часть ИМ объектов класса Канал в AnyLogic

Работу ИМ объекта Канал, как и Абонента, можно также разделить на 2 этапа. Первый – генерация сигнала присутствия в обе стороны, чтобы сетевое оборудование зафиксировало наличие связи на определенном входе. В момент передачи сигналов о структуре задержки сигналов (сообщений) нет, и розыгрыш поломки канала не производится. Фиксация соединений на маршрутизаторах происходит ранее, чем передача сигналов присутствия от абонентов. Второй этап – передача информационных пакетов с розыгрышем поломок.

Событийная часть ИМ объектов **Маршрутизатор** представлена на рис. 4.

Рис. 4. тийная часть объекта класса маршрутизатор в Logic



Событийная ИМТов Маршрутизатор Any-

Как и в других объектах, на первом этапе в маршрутизаторе идет сбор информации об абонентах: фиксирует подключенных непосредственно к нему и через другие маршрутизаторы, а также распространяет полученные сообщения о структуре сети далее через свои выходы. На втором этапе осуществляется прием, обработка и передача пакетов сообщений.

Блок сбора информации о структуре сети предназначен для фиксации подключенных абонентов и сетевого оборудования к портам. Записывает в параметры портов номера подключенных абонентов и длины путей до них в количестве промежуточных маршрутизаторов для их достижения. Алгоритм программного кода осуществляет также об-

работку исключений при различных ситуациях заикливания сообщений при сложной организации и присутствии петель в сети.

Блок размножения сообщений о структуре сети предназначен для «клонирования» сообщений о структуре сети и передачи далее по необходимым портам, что обеспечивает сбор информации о структуре сети всеми маршрутизаторами.

Блок контроля 1 предназначен для контроля текущей емкости **буфера 1** маршрутизатора. Он анализирует наличие в буфере 1 свободной памяти, достаточной для хранения поступившего сообщения, и в зависимости от результата анализа сообщение либо помещается в буфер 1, либо уничтожается.

Блок **Буфер 1** предназначен для приема, размещения и хранения поступающих на обработку сообщений.

Блок обработки сообщений предназначен для имитации обработки сообщений. В больших распределенных сетях часто может возникнуть альтернативный путь для передачи информации. Программный код, заложенный в элемент exit, определяет алгоритм выбора последующего направления отправки пакета в зависимости от длины пути к абоненту через направление и загруженность этого направления (его буфера).

Блок контроля 2 предназначен для распределения сообщений по направлениям и контроля текущих емкостей буферов (накопителей) направлений передачи сообщений. Вначале определяется номер направления, по которому должно быть передано поступившее сообщение. Затем определяется наличие достаточной свободной памяти в буфере этого направления. При отсутствии нужного для помещения объема памяти сообщение теряется.

Блок **Буфер 2** предназначен для приема и хранения сообщений, передаваемых по каналам направлений. Он состоит из четырех буферов – для каждого направления свой буфер.

Вывод

Разработанные классы типовых объектов позволяют эффективно создавать ИМ сетей связи в среде AnyLogic и проводить исследования. На этапе проектирования ИМ позволяет оценить качество функционирования сети связи по показателям: коэффициент пропускной способности сети в целом и коэффициенты пропускной способности абонент-абонент, среднее время передачи одного сообщения, среднее время задержки пакетов сообщений, вероятность потери пакетов и сообщений.

Литература

1. **Боев В. Д.** Концептуальное проектирование систем в AnyLogic и GPSS World. – ИНТУИТ.ru, 2013.
2. **Боев В. Д.** Об адекватности систем имитационного моделирования GPSS World и AnyLogic. Ч. 1 // Прикладная информатика. – 2010. – № 6 (30). – С. 69–82.
3. **Боев В. Д., Моисеев Р. А.** Имитационная модель самоорганизующейся сети связи. – Инфокоммуникационные технологии в инновациях, медико-биологических и технических науках: сборник научных трудов Пятого международного научного конгресса «Нейробиотелеком-2012». – СПб.: Политехника, 2012. – С. 50–55.
4. **Канунников В. А.** Условие функционирования самоорганизующейся сети связи // «Актуальные проблемы науки». – М.: Изд-во «Спутник+», 2012. – № 5.
5. **Олифер В. Г., Олифер Н. А.** Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы (4-е изд.). – СПб.: Изд. «Питер», 2010.