

[3] Городов Р.В., Губин В.Е., Матвеев А.С. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: учеб. пособие. 1-е изд. Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. 294 с.

[4] Шеховцов В. П. Осветительные установки промышленных и гражданских объектов; Форум – Москва, 2015. – 160 с.

© Р.Р. Хисамов, 2020

УДК 621.395.4

## РАЗРАБОТКА ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ УСЛУГ СЕТЕЙ SDN

**Р.Ю. Засимович,**

магистр

**Ф.Р. Уразгельдиева,**

магистр,

кафедра инфокоммуникационных технологий,

Институт математики и информационных

технологий им. проф. Н.И. Червякова,

СКФУ,

г. Ставрополь

**Аннотация:** В статье представлена имитационная модель системы управления качеством инфокоммуникационных услуг оператора связи, обеспечивающая решение задач рационального распределения аппаратно-программных ресурсов системы между сложными высокотехнологичными услугами связи, осуществление конфигурации услуг с требуемыми параметрами SLA, определение необходимых значений сервисных индикаторов, сравнение их с пороговыми показателями. Для осуществления имитационных экспериментов с разработанной моделью используется имитатор сетей Петри NetStar 2.02.

**Ключевые слова:** система управления, качество услуг связи, управление качеством обслуживания, договор об уровне обслуживания, проблемы и инциденты, сети Петри, имитатор сетей Петри

Одной из основных задач операторов инфокоммуникационных сетей является выполнение обязательств по предоставлению сервисов и услуг связи, определяемых договором об уровне обслуживания Service Level Agreement (SLA). Сложность современной инфраструктуры, многообразие

используемого оборудования систем поддержки качества, вызывают необходимость создания централизованной системы управления [1-5]. Типовая структура системы управления качеством услуг оператора связи, представленная в документах МСЭ-T Y.2011, приведена на рисунке 1.

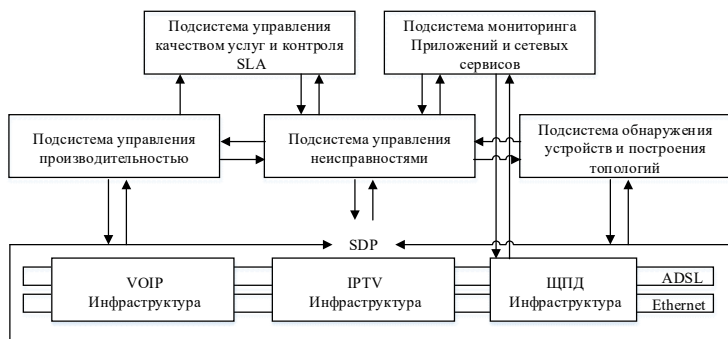


Рисунок 1 – Системы управления качеством услуг оператора связи

Уровни показателей качества, рассматриваемых в SLA, приведены на рисунке 2. Для пользователя важными индикаторами качества являются как технические (полоса пропускания, задержка доставки, вариация задержки, доля потерь, процент отказов), так и сервисные показатели (работа службы поддержки, сроки ответов на запросы, сроки устранения проблем и инцидентов и др.).

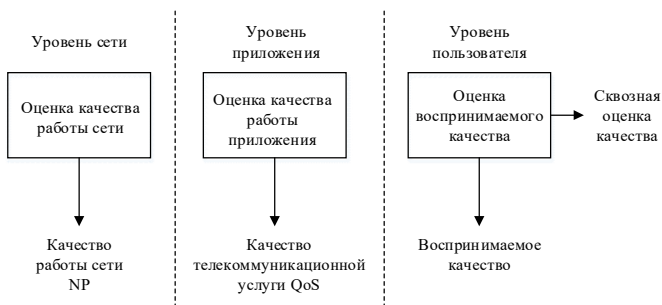


Рисунок 2 – Уровни показателей качества в SLA

В основу приведенной на рисунке 3 схемы процесса управления качеством обслуживания положены рекомендации нормативных положений МСЭ-T Y. 2001. Данная схема включает в себя множество процессов, обеспечивающих анализ и реализацию плана обеспечения качества сервисов

и услуг, элементы мониторинга и конфигурирования сети и услуг, решение проблем обслуживания, устранения инцидентов и проблем, поддержки и восстановления сети.



Рисунок 3 – Схема процесса управления качеством обслуживания

Реализация данной схемы в компаниях связи осуществляется в соответствии с моделью, представленной на рисунке 4. Поддержка требуемого уровня качества обслуживания предполагает решение задач мониторинга состояния ресурсов сети, обработки инцидентов и проблем, мониторинга SLA, определения ограничений SLA, обнаружения проблем трафика, управления конфигурациями и сетевыми элементами. Система управления должна давать возможность оператору осуществлять конфигурацию услуг с требуемыми параметрами SLA, устанавливать необходимые значения сервисных индикаторов, сравнивать их с пороговыми показателями, при выходе показателей из допустимых границ, осуществлять

расчет новых индикаторов SLA, предотвращая изменение их значений и осуществляя тем самым переконфигурацию системы.

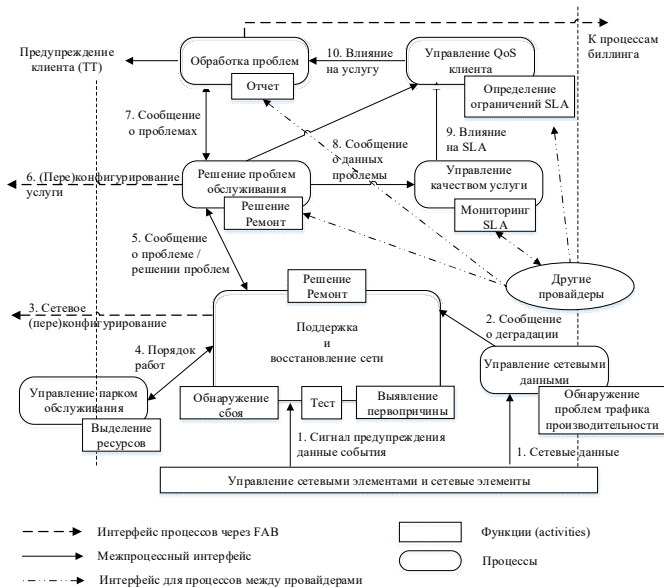


Рисунок 4 – Модель поддержки уровня обслуживания

Для решения данной задачи, т.е. рационального распределения аппаратно-программных ресурсов системы между сложными высокотехнологичными услугами, поддерживая тем самым заданное в SLA качество обслуживания, целесообразно использовать методологию моделирования динамики дискретных систем, основанную на формализме раскрашенных сетей Петри Coloured Petri Net (CPN) [5-9]. На рисунке 5 дано формальное представление взаимосвязи данных процессов в нотациях сетей Петри. Модель включает три составных перехода (Service Execution, Incident Management, Service Level Management), представляющих отдельные сети Петри, моделирующие соответствующие процессы. Положение метки Request инициирует начало процесса. Положение метки Complete инициирует окончание процесса. Положение метки Detection инициирует конфликт. Положение метки Closing инициирует окончание конфликта. Позиция P0 инициирует обнаружение инцидентов при возникновении запроса. Позиция Timer и её входные и выходные ребра оценивают наибольшее ожидаемое время выполнения услуги T<sub>max.ож.</sub> Метки переходов

2 и 5 обеспечивают оценку обработки запросов на услуги. Все остальные позиции инициируют случаи отказов в обслуживании:

- 1 – превышение порога;
- 3 – приостановка реализации услуги;
- 4 – время устранения конфликтов.

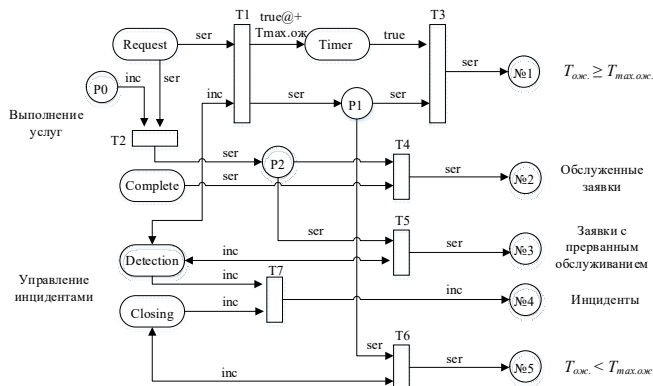


Рисунок 5 – Сеть Service Level Management

Процесс поддержки требуемого уровня обслуживания описывается системой Coloured Petri Net Modeling Language (CPN ML), а характеристики сети корректируются в соответствии с договором об уровне обслуживания SLA.

Результатом выполнения данного алгоритма является устранение негативного влияния инцидентов и проблем на реализацию услуг, а также устранение повторения проблем. Задавая допустимые пределы изменения индикаторов SLA можно реализовать эффективную функциональность системы управления.

Схема алгоритма процесса управления проблемами и инцидентами, в соответствии с нормативными документами МСЭ-Т, представлена на рисунке 6 и 7.

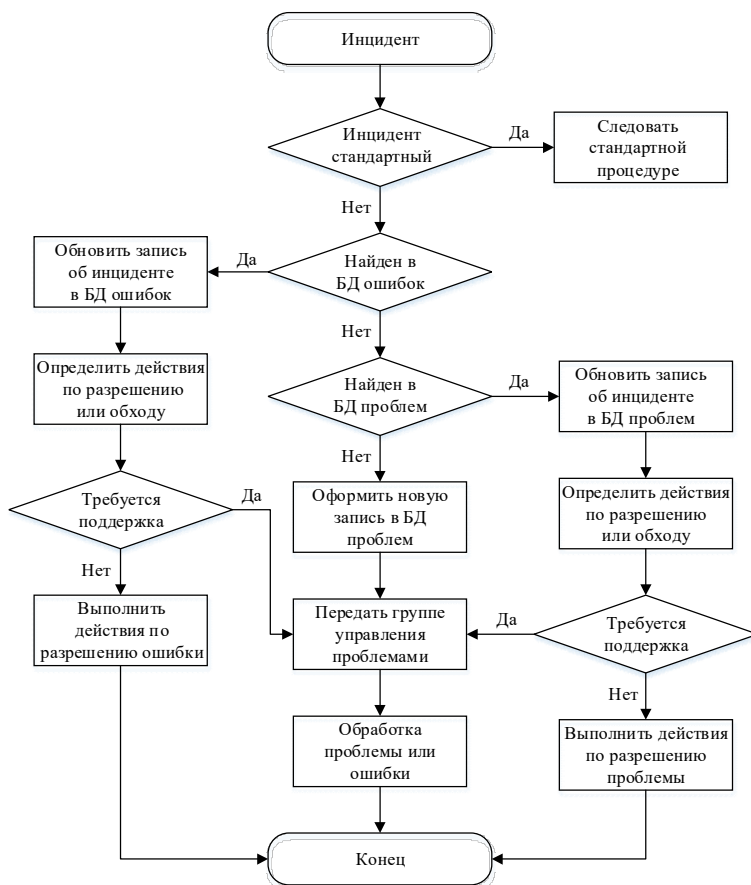


Рисунок 6 – Схема алгоритма процесса управления проблемами и инцидентами

Для спецификации процесса управления проблемами и инцидентами используются следующие выходные данные:

- распределение времени на решение проблемы;
- распределение времени для идентификации причины проблемы;
- количество ресурсов, эффективность работы группы управления проблемами.

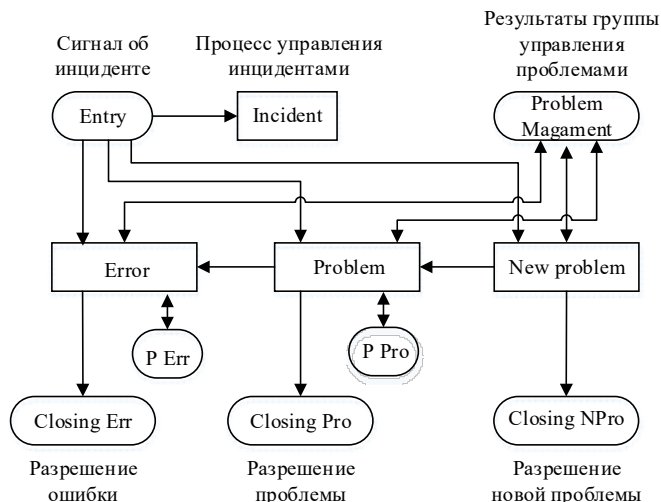


Рисунок 7 – Схема процесса управления проблемами и инцидентами

Маркировки всех позиций моделируют процессы обнаружения инцидентов и проблем, закрытие данных процессов. Очевидно, что отдельным процессом, реализуемым схемой поддержки услуг, является процесс управления инцидентами. Схема сети Петри управления проблемами представлена на рисунке 8. Цветовые множества и их расшифровки, переменные и функции представлены в таблице 1.





Цветовые множества	Расшифровка
DATA = string; var p, l: DATA;	Типы и пути устранения ошибок.
Pro = product DATA*INT timed;	Формализация исходных данных.
NPRO = product DATA*INT*DATA timed;	Формализация ошибок.
PRO = product DATA*INT*INT*DATA timed;	Формализация проблем.
Ten0; var s: Ten0; Ten1; var r: Ten1; fun Ok (s:Ten0, r: Ten1) = (r<=s);	Направления резервных путей реализации процесса.
TMNP; fun Tmnp () = TMNP. ran();	Распределение времени реализации наступившей проблемы.
TMP; fun Tmp () = TMP. ran();	Функция распределения времени поддержки.
TME; fun Tme () = TME. ran();	Функция распределения реализации ошибок.
TP; fun Tp () = TP. ran();	Функция распределения времени реализации ошибки.
TE; fun Te () = TE. ran();	Функция распределения среднего времени обработки.

Для осуществления имитационных экспериментов с разработанной моделью используется имитатор сетей Петри NetStar 2.02. Элементы структуры сети и их параметры вносятся в рабочее поле области построения модели (рис. 9). Имитация ведется в режимах фиксированного временного шага и от события к событию.

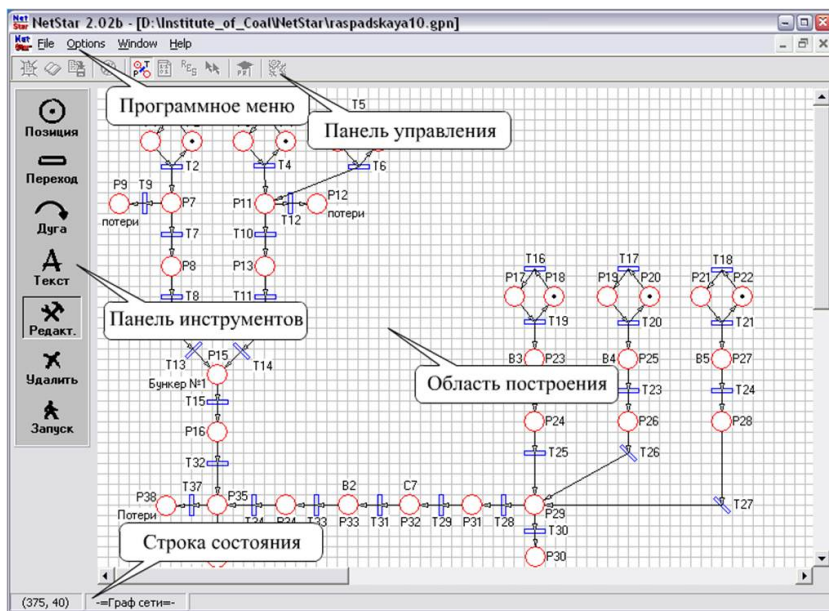


Рисунок 9 – Построение имитационной модели системы в виде сети Петри

**Закключение.** Разработанная имитационная модель системы управления качеством инфокоммуникационных услуг оператора связи, дает возможность формализовать процесс функционирования системы, учитывая ее структуру, параметры и вероятностно-временные характеристики, решать задачи рационального распределения аппаратно-программных ресурсов системы между сложными высокотехнологичными услугами, осуществлять конфигурацию услуг с требуемыми параметрами SLA, устанавливать необходимые значения сервисных индикаторов, сравнивать их с пороговыми показателями, при выходе показателей за допустимые границы SDL осуществлять перераспределение ресурсов системы.

### Список литературы

- [1] Мочалов В.П. Разработка процессно-ориентированной системы управления качеством инфокоммуникационных услуг на основе концепции NGOSS (научная монография). / В.П. Мочалов, Н.Ю. Братченко. – Ставрополь: СКФУ, 2013. 194 с.
- [2] Мочалов В.П. Разработка методики построения распределенной системы управления телекоммуникационными сетями на основе технологии

CORBA. / В.П. Мочалов, Н.Ю. Братченко, С.В. Яковлев. // Вестник СевКавГТУ. – Ставрополь: СевКавГТУ. №6 (45). 50-57 с.

[3] Мочалов В.П. Алгоритм субоптимального распределения программных компонент распределенной системы управления телекоммуникациями. / В.П. Мочалов, Н.Ю. Братченко. // Вестник Северо-Кавказского федерального университета. – Ставрополь: СКФУ, 2015. № 2 (47). 56-60 с.

[4] Мочалов В.П. Беспроводная автоматизированная система сбора и обработки данных (научная статья). / В.П. Мочалов, Н.Ю. Братченко, С.В. Яковлев. // Научно-технический журнал «Теория и техника радиосвязи» – Воронеж: ОАО Концерн «Созвездие», 2014. № 1. 79-87 с.

[5] Мочалов В.П. Модель управления вызовами системы управления телекоммуникациями на основе технологии CORBA. / В.П. Мочалов, Н.Ю. Братченко, С.В. Яковлев. // Научный журнал «Вестник Северо-Кавказского федерального университета». – Ставрополь: СКФУ, 2014. № 1. 21-26 с.

[6] Мочалов В.П. Архитектура распределенной системы управления телекоммуникационными сетями на основе технологии CORBA (научная статья). / В.П. Мочалов, Н.Ю. Братченко, С.В. Яковлев. // Научно-технический журнал «Теория и техника радиосвязи». – Воронеж: ОАО Концерн «Созвездие», 2014. № 3. 19-26 с.

[7] Мочалов В.П. Разработка отказоустойчивых распределенных систем управления телекоммуникационными сетями и услугами: монография. / В.П. Мочалов, Э.И. Ямбулатов, Н.Ю. Братченко, С.В. Яковлев. // – Ставрополь: изд-во СКФУ, 2015. 147 с.

[8] Мочалов В.П. Алгоритм интеграции сетевых приложений распределенной системы управления телекоммуникациями. / В.П. Мочалов, Н.Ю. Братченко, С.В. Яковлев. // Современная наука и инновации. – 2017. № 3 (19). 83-88 с.

[9] Братченко Н.Ю. Модель системы функциональных интерфейсов управляемых сетевых устройств. / В.П. Мочалов, Н.Ю. Братченко, С.В. Яковлев. // Современная наука и инновации. – 2018. № 2. 61-65 с.

© Р.Ю. Засимович, Ф.Р. Уразгельдиева, 2020