

## О Т З Ы В

о диссертации Углова И.В. «Разработка обобщенных аналитических моделей процессов сигнального обмена в конвергентной сети», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.13 – «Системы, сети и устройства телекоммуникаций»

Процесс построения новой или модернизации существующей конвергентной сети часто требует решения задачи оценки параметров функционирования сети либо ее фрагмента, что возможно при использовании подходов имитационного и аналитического моделирования. Создание аналитических моделей для практического их использования в процессе проектирования сети может быть предпочтительным, в случае, если объект моделирования не имеет характеристик, позволяющих получить численные результаты с достаточной точностью, и расчет модели требует приемлемого количества времени. Анализ вероятностно-временных характеристик (ВВХ) модели конвергентной сети дает возможность выявить и устранить ошибки на этапе проектирования, позволяя избежать избыточных затрат при строительстве. Таким образом, исследование ВВХ процессов сигнального обмена в конвергентной сети является актуальной задачей.

Диссертационная работа соискателя состоит из четырех глав, введения, заключения, перечня литературы, шести приложений и написана технически квалифицированно и аккуратно оформлена, по каждой главе и по работе в целом сформулированы выводы.

Во введении обоснована актуальность темы диссертации, сформулирована цель и задачи исследований, показана научная новизна и практическая значимость результатов диссертации, приведены основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе проведена систематизация существующих архитектурных и технологических решений по построению сетей связи. Классифицированы технологии передачи информации, протоколы и типовые архитектурные решения, используемые в конвергентных сетях. Определены классы потоков информации в конвергентных сетях и требования к ним. Обозначены точки агрегации информации различных типов. Проанализированы основные сценарии оказания

услуг в конвергентных сетях. Также первая глава содержит разделы, посвященные постановке задачи исследования диссертационной работы и ее актуальности. Приведено описание исследуемых фрагментов конвергентной сети и описание процессов, исследуемых в диссертационной работе.

Во второй главе приведены обобщенные аналитические модели фрагментов конвергентной сети, для каждой модели приведены результаты численного анализа ВВХ. Сделаны выводы относительно целесообразности использования данных моделей модернизации сети с целью улучшения ее характеристик. Отмечены возможности использования порогового регулирования нагрузки для улучшения работы сети. Предложен алгоритм расчета характеристик моделей с учетом экономии вычислительных ресурсов, что расширяет области применения модели для систем с пространствами состояний, выходящими за пределы возможностей стандартного персонального компьютера.

В третьей главе предложен механизм формализации задачи моделирования процессов обмена сигнальной информацией в конвергентной сети. На основе методики разработана аналитическая модель конвергентной сети подвижной связи, рассмотрен процесс исходящего вызова с использованием возврата к технологии канальной коммутации. Рассмотрены типовые конфигурации подобных сетей и проведена оценка применимости моделей узлов различных типов для описания элементов конвергентной сети. Проведен анализ основных ВВХ.

В четвертой главе проведен анализ и определение схем записи и последующего анализа сигнальной информации с реальных конвергентных сетей. Приведены результаты анализа характеристик потоков сигнальных сообщений между сетью агрегации трафика и центром обработки вызовов.

В Заключении приведена общая характеристика работы, даны основные выводы и рекомендации по применению полученных результатов и предложенных методов.

Исследования, выполненные в диссертационной работе Углова И.В. и их результаты, обладают научной новизной, заключающейся, прежде всего, в разработанных аналитических моделях фрагментов конвергентной сети, которые позволили исследовать особенности взаимодействия узлов внутри фрагмента и определить расчетные соотношения, которые можно использовать при определении параметров узлов фрагмента. Также к значимым результатам диссертационной работы можно отнести механизм формализации процессов сигнального обмена в конвергентной сети и построения с использованием данного меха-

низма сетей массового обслуживания (СеМО) с входящими потоками общего вида и узлами в виде многопроцессорных систем с произвольными дисциплинами обслуживания. Модель позволяет оценить основные ВВХ конвергентной сети и исследовать процесс организации исходящего вызова с использованием возврата к технологии канальной коммутации (CSFB, Circuit Switched FallBack) на сети. Предложены и исследованы типовые конфигурации конвергентной сети, проведен анализ применимости моделей узлов различных типов для описания элементов конвергентной сети. Разработанные в диссертации рекомендации могут быть использованы в проектных расчетах для повышения эффективности конвергентной сети и ее фрагментов. Кроме того, проведено исследование потоков обмена сигнальными сообщениями в сети конвергентного оператора и определены основные характеристики потока, что может быть использовано в качестве исходных данных при выборе параметров входящего потока сигнальных сообщений в аналитических и имитационных моделях.

Достоверность результатов обеспечивается корректностью теоретических моделей, а также адекватностью методов, используемых для получения экспериментальных результатов, и их сравнением с теоретическими оценками качества услуг.

Диссертационная работа прошла хорошую апробацию и внедрение, а ее результаты достаточно широко опубликованы.

Вместе с тем, диссертация Углова И.В. не лишена недостатков. К ним следует отнести:

1. Анализ технологий передачи информации в конвергентных сетях представляется излишне подробным.
2. Отсутствует учет влияния трафика пакетной передачи данных на режимы функционирования конвергентной сети при исследовании СеМО в третьей главе.
3. Рассмотренные аналитические модели учитывают только сценарии успешно установленных сеансов, и не учитывают возможные ошибки при установлении соединения. Считаю, что модели могут быть доработаны с учетом сценариев неуспешного установления соединения и ошибок в сети.
4. Выбор входных параметров при численных расчетах аналитических моделей в некоторых случаях обусловлен параметрами оборудования конкретных производителей.

Однако, отмеченные недостатки носят, в основном, частный характер и не снижают научной и практической ценности диссертации в целом. Диссертация

ция Углова И.В. является законченной научно-исследовательской работой, содержащей новое решение актуальной задачи – разработку обобщённых аналитических моделей процессов сигнального обмена конвергентной сети и ее фрагментов.

Содержание автореферата полностью соответствует содержанию диссертации.

Диссертация Углова И.В. «Разработка обобщенных аналитических моделей процессов сигнального обмена в конвергентной сети», удовлетворяет требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, ее содержание соответствует специальности 05.12.13 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций, а Углов Иван Валерьевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Официальный оппонент,  
доктор технических наук, профессор,  
заведующий кафедрой  
Прикладной информатики  
Института математики, информатики и  
естественных наук  
ГБОУ ВПО «Московский городской  
педагогический университет»



*О.Н. Ромашкова*

Ромашкова О.Н.

## О Т З Ы В

на диссертацию Углова И.В. «Разработка обобщенных аналитических моделей процессов сигнального обмена в конвергентной сети», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.13 – «Системы, сети и устройства телекоммуникаций»

В современном мире все большее распространение получают сети связи с использованием технологий пакетной коммутации. В настоящее время инфраструктуры большинства существующих сетей не готовы к полному переходу всех сегментов на технологию коммутации пакетов, из-за чего возникают технологически неоднородные сети, представляющие единый спектр услуг вне зависимости от используемых технологий – конвергентные сети. Поскольку процесс конвергенции и последующего перехода к однородным сетям является длительным, конвергентные сети представляют особый интерес ввиду расширения спектра предоставляемых в них услуг и усложнения процессов взаимодействия.

Использование аналитических и имитационных моделей при исследовании процессов информационного обмена в конвергентных сетях связи позволяет в ряде случаев существенно улучшить характеристики работы сети в процессе ее эксплуатации, либо дать экспертные оценки архитектурных решений на этапе строительства, тем самым существенно снизить затраты на развертывание тестовых макетов и исправления архитектурных ошибок. Создание аналитических моделей для практического использования в процессе проектирования сети может быть предпочтительным, в случае, если объект моделирования не имеет характеристик, позволяющих получить численные результаты с достаточной точностью и расчет модели требует значительного количества времени. Анализ вероятностно-временных характеристик (ВВХ) модели конвергентной сети дает возможность выявить и устранить ошибки на этапе проектирования, позволяя избежать избыточных затрат при строительстве. Таким образом, анализ процессов информационного обмена и исследование функционирования конвергентных сетей связи на данной стадии их развития является актуальной задачей.

Диссертационная работа соискателя состоит из четырех глав, введения, заключения, перечня литературы, шести приложений. Работа написана

технически квалифицированно и аккуратно оформлена, по каждой главе и по работе в целом сформулированы выводы.

Во введении обоснована актуальность темы диссертации, сформулирована цель и задачи исследований, показана научная новизна и практическая значимость результатов диссертации, приведены основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе проведена систематизация существующих архитектурных и технологических решений по построению сетей связи. Классифицированы технологии передачи информации, протоколы и типовые архитектурные решения, используемые в конвергентных сетях. Определены классы потоков информации в конвергентных сетях и требования к ним. Обозначены точки агрегации информации различных типов. Проанализированы основные сценарии оказания услуг в конвергентных сетях.

Во второй главе приведены обобщенные аналитические модели фрагментов конвергентной сети, для каждой модели приведены результаты численного анализа ВВХ. Сделаны выводы относительно целесообразности использования данных моделей модернизации сети с целью улучшения ее характеристик. Отмечены возможности использования порогового регулирования нагрузки для улучшения работы сети. Предложен алгоритм расчета характеристик моделей с учетом экономии вычислительных ресурсов, что расширяет области применения модели для систем с пространствами состояний, выходящими за пределы возможностей стандартного персонального компьютера.

В третьей главе предложен механизм формализации задачи моделирования процессов обмена сигнальной информацией в конвергентной сети. На основе методики разработана аналитическая модель конвергентной сети подвижной связи, рассмотрен процесс исходящего вызова с использованием возврата к технологии канальной коммутации CSFB (Circuit Switched FallBack). Рассмотрены типовые конфигурации подобных сетей и проведена оценка применимости моделей узлов различных типов для описания элементов конвергентной сети. Проведен анализ основных ВВХ.

В четвертой главе проведен анализ и определение схем записи и последующего анализа сигнальной информации с реальных конвергентных сетей. Приведены результаты анализа характеристик потоков сигнальных сообщений между сетью агрегации трафика и центром обработки вызовов.

В заключении приведена общая характеристика работы, даны основные выводы и рекомендации по применению полученных результатов и предложенных методов.

Исследования, выполненные в диссертационной работе Углова И.В. и их результаты, обладают научной новизной, заключающейся прежде всего в разработанных аналитических моделях фрагментов конвергентной сети, которые позволили исследовать особенности взаимодействия узлов внутри фрагмента и определить расчетные соотношения, которые можно использовать при определении параметров узлов фрагмента. Также к значимым результатам диссертационной работы можно отнести механизм формализации процессов сигнального обмена в конвергентной сети и построения с использованием данного механизма сетей массового обслуживания (СеМО) с входящими потоками общего вида и узлами в виде многопроцессорных систем с произвольными дисциплинами обслуживания. Модель позволяет оценить основные ВВХ конвергентной сети и исследовать процесс организации исходящего вызова с использованием возврата к технологии канальной коммутации CSFB на сети. Предложены и исследованы типовые конфигурации конвергентной сети, проведен анализ применимости моделей узлов различных типов для описания элементов конвергентной сети. Разработанные в диссертации рекомендации могут быть использованы в проектных расчетах для повышения эффективности конвергентной сети и ее фрагментов. Кроме того, проведено исследование потоков обмена сигнальными сообщениями в сети конвергентного оператора и определены основные характеристики потока, что может быть использовано в качестве исходных данных при выборе параметров входящего потока сигнальных сообщений в аналитических и имитационных моделях.

Достоверность результатов обеспечивается корректностью теоретических моделей, адекватностью методов, используемых для получения экспериментальных результатов, их сравнением с теоретическими оценками качества услуг и практикой внедрения технологий на сетях операторов связи.

В диссертация Углова И.В. следует отметить следующие недостатки:

1. Модель конвергентной сети, предложенная в третьей главе диссертационной работы, учитывает процессы организации вызовов с использованием технологии CSFB, однако в целом в работе подробно не рассмотрены другие возможные и перспективные технологии конвергентных сетей, например, SR-VCC и VoLTE.

2. Предложенные аналитические модели и экспериментально полученные данные не рассматривают сценарии организации видео- и других типов вызовов.

3. Описание ряда схем организации связи и систем сбора данных, а также их анализ, в функционирующих конвергентных сетях представляется излишним.

Отмеченные недостатки либо имеют частный характер, либо являются темой для отдельного научного исследования и поэтому существенно не снижают общей научной и практической ценности диссертации.

Диссертация Углова И.В. является законченной научно-исследовательской работой, содержащей новое решение актуальной задачи – разработку обобщённых аналитических моделей процессов сигнального обмена конвергентной сети и ее фрагментов.

Диссертация Углова И.В. «Разработка обобщенных аналитических моделей процессов сигнального обмена в конвергентной сети», удовлетворяет требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, ее содержание соответствует специальности 05.12.13 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций, а Углов Иван Валерьевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Официальный оппонент,  
кандидат технических наук, главный специалист  
Блока технической инфраструктуры  
Лаборатории Корпоративного центра  
ОАО «Ростелеком»

  
Шалагинов В.А.

Подпись Шалагинова В.А. заверяю:  
Менеджер по работе с персоналом



  
Орлова Т.С.