

УДК 004.71

## **Инновационные подходы к реализации кластерной АТС на базе RTOS: от архитектуры до практических решений**

**Детушев А.Р.** (Университет ИТМО)

**Научный руководитель – доцент Грудинин В.А.** (Университет ИТМО)

**Введение.** В современном мире телекоммуникаций обеспечение непрерывной и качественной связи является залогом успешной работы предприятия. Традиционные телефонные системы зачастую не справляются с возрастающими нагрузками, что приводит к сбоям и потере качества связи. В связи с этим особую актуальность приобретает применение кластерной архитектуры для реализации АТС, способной обеспечить отказоустойчивость, масштабируемость и высокую производительность. Использование операционных систем реального времени (RTOS) в реализации кластерной АТС позволяет добиться детерминированности обработки вызовов, минимизировать задержки и обеспечить своевременное реагирование на внешние события. В данном докладе рассматривается технология реализации кластерной АТС на базе RTOS, демонстрируется принципиальная схема системы, а также анализируются ключевые аспекты разработки и внедрения данного решения.

**Основная часть.** Целью данной работы является разработка технологии реализации кластерной АТС, основанной на операционных системах реального времени, которая позволит объединить несколько вычислительных узлов в единый отказоустойчивый кластер. Такая система предназначена для обеспечения высокой доступности услуг связи, рационального распределения нагрузки между узлами и быстрого восстановления работоспособности в случае отказа одного из компонентов. Для достижения поставленной цели в проекте уделено внимание нескольким ключевым аспектам разработки.

Первым аспектом является выбор и обоснование использования RTOS. Операционные системы реального времени, такие как FreeRTOS, EMbox, VxWorks или QNX, обеспечивают детерминированное выполнение задач и минимальную задержку при обработке вызовов, что имеет решающее значение для систем, где время реакции строго ограничено. Применение RTOS позволяет организовать эффективную многозадачность и гибкое управление ресурсами, что является необходимым условием для успешного функционирования кластерной АТС.

Второй важный аспект разработки связан с построением архитектуры кластерной АТС. Данная архитектура предполагает объединение нескольких узлов, каждый из которых функционирует на базе RTOS, для реализации общих задач телефонной станции. Такой подход обеспечивает отказоустойчивость, поскольку при выходе из строя одного из узлов остальные продолжают работу, что минимизирует время простоя системы. Кроме того, масштабируемость достигается возможностью добавления новых узлов, что позволяет увеличивать пропускную способность системы по мере роста нагрузки. Равномерное распределение входящих вызовов между узлами способствует оптимальному использованию вычислительных ресурсов.

Третьим аспектом является организация обмена данными между узлами кластера с использованием современных технологий и протоколов. Применение таких протоколов, как SIP для сигнализации и RTP для передачи аудиоданных, гарантирует корректное распределение вызовов и высокое качество голосовой связи. Программное обеспечение реализовано по модульному принципу, где каждый функциональный блок, например, обработка сигнализации, маршрутизация вызовов или мониторинг состояния узлов, имеет чётко определённые интерфейсы для обмена информацией. Такой подход не только упрощает отладку и тестирование системы, но и обеспечивает возможность внесения изменений без нарушения работы всего комплекса.

Наконец, значительное внимание в проекте уделено процедурам тестирования и обеспечения качества системы. На всех этапах разработки проводилось модульное

тестирование для проверки корректности работы отдельных компонентов, интеграционное тестирование для оценки взаимодействия между узлами кластера, а также стресс-тестирование для моделирования экстремальных нагрузок и определения предельных возможностей системы. Результаты испытаний показали, что использование RTOS в сочетании с кластерной архитектурой позволяет существенно снизить время отклика и повысить общую устойчивость системы к отказам, что является критически важным для современных систем связи.

**Выводы.** В ходе работы над проектом была разработана и протестирована технология реализации кластерной АТС на базе RTOS, которая обеспечивает высокую отказоустойчивость, масштабируемость и надежность системы связи. Внедрение данного решения позволяет централизованно управлять распределенными вычислительными узлами, что значительно сокращает время на обработку вызовов и повышает качество предоставляемых услуг. Применение модульного подхода и современных протоколов связи способствует оптимальному распределению ресурсов и быстрому реагированию на изменения в нагрузке, что в свою очередь ведет к снижению затрат на обслуживание и повышению эффективности работы предприятия.

Предложенное решение открывает перспективы для дальнейшей интеграции с системами аналитики и автоматизированного управления, что позволит еще более точно прогнозировать и оптимизировать нагрузку на телефонную сеть. Внедрение технологии кластерной АТС на базе RTOS является важным шагом в развитии современных телекоммуникационных систем и способствует обеспечению стабильной и качественной связи в условиях постоянно растущих требований к производительности и надежности.

#### **Список использованных источников:**

1. Дауд Абдо, Квашнин В.М. LINUX В СИСТЕМАХ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ: ПОДХОДЫ, ВОЗМОЖНОСТИ И АНАЛИЗ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ // Международный научный журнал “ВЕСТНИК НАУКИ” №12 (81) Том 4: сб. статей. – 2024. – С. 1580-1591.

2. Жигалов В.И. Развитие информационных и коммуникационных технологий в России // Дискуссия. - 2023. -Вып. 118. - С. 46-65.

3. Горобченко С.Л., Ковалев Д.А., Войнаш С.А., Парфенопуло Г.К., Кочубей Р.И. СОВРЕМЕННАЯ ТЕЛЕФОНИЯ - ОТ ТЕЛЕФОНИСТОК К ИСКУССТВЕННОМУ ИНТЕЛЛЕКТУ // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2024. Вып. 2: сб. статей. – 2024. – С. 242-249

4. Данченко Д.Г. ОПЕРАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ // Журнал «Форум молодых ученых» №1 (17): сб. статей. – 2018. – С. 326-333.

5. Аханова М.А., Матвеев М.В. IP- телефония: современная технология бесплатных звонков // Математические методы и модели в управлении, экономике и социологии. Сборник научных трудов. – 2017. – С. 2428.