

УДК 004.738.5

## РАЗРАБОТКА МЕССЕНДЖЕРА В ГИБРИДНОЙ САМООРГАНИЗУЮЩЕЙСЯ СЕТИ

Попов Д.Ю. (ИТМО)

Научный руководитель – кандидат технических наук, доцент Харитонов А.Ю. (ИТМО)

**Введение.** Современные коммуникационные системы, в особенности мессенджеры, критически зависят от стабильного доступа к централизованной инфраструктуре Интернет, что делает их уязвимыми в условиях чрезвычайных ситуаций, в удалённых районах или при перегруженности сетей. Существующие решения для оффлайн-коммуникаций часто ограничены по функциональности и не обеспечивают seamless-интеграцию различных сред передачи данных. Актуальность темы обусловлена растущей потребностью в устойчивых, автономных системах связи, способных работать в гибридных сетях, сочетающих каналы дальнего радиодействия (LoRa), локальные беспроводные сети (Wi-Fi) и глобальный Интернет [1]. Это позволяет обеспечить непрерывность связи при динамически меняющихся условиях доступности каналов.

**Основная часть.** В работе предлагается аппаратная платформа узла (ноды) для гибридного мессенджера, обеспечивающая физическую и сетевую основу для децентрализованного обмена сообщениями. Платформа построена на одноплатном компьютере под управлением ОС Linux и интегрирует три ключевых сетевых интерфейса: модуль радиосвязи дальнего действия (LoRa) для создания ячеистой (mesh) сети в условиях отсутствия инфраструктуры, адаптер Wi-Fi для организации локальных сетей и Ethernet/Wi-Fi-модуль для выхода в Интернет при его доступности. Оригинальность разработки заключается в аппаратно-программной реализации интеллектуального менеджера каналов связи, который в реальном времени оценивает доступность, качество и энергоэффективность каждого интерфейса, обеспечивая автоматическое и бесшовное переключение трафика между ними для поддержания связности. Это позволяет узлу функционировать как автономный роутер в самоорганизующейся сети, так и как клиент в инфраструктурной сети. Разработанный прототип был протестирован на ключевые метрики: дальность связи по радиоканалу, время установления соединения, энергопотребление и пропускную способность при переключении между каналами [2, 3].

**Выводы.** Разработанная аппаратная платформа представляет собой универсальный узел связи, который решает проблему зависимости от единого канала связи и обеспечивает работу мессенджера в нестабильных и аварийных условиях. Экспериментальная оценка подтвердила возможность создания устойчивой гибридной сети с автоматическим выбором оптимального канала. Платформа является основой для дальнейшего развития системы, включая интеграцию с серверным модулем интеллектуальной маршрутизации для создания полноценной Knowledge-Defined Network (KDN). Перспективы включают миниатюризацию устройства, оптимизацию энергопотребления и расширение списка поддерживаемых радиоинтерфейсов.

### Список использованных источников:

1. Хэ Ю., Сяо Г., Чжу Ц., Цзоу Т., Лян Ю. Reinforcement learning-based SDN routing scheme empowered by causality detection and GNN // *Frontiers in Computational Neuroscience*. – 2024. – Т. 18. – DOI: 10.3389/fncom.2024.1393025. – URL: <https://www.frontiersin.org/journals/computational-neuroscience/articles/10.3389/fncom.2024.1393025/full> (дата обращения: 16.12.2025).
2. Патикири Араччиге Дон Шехан Нилмантха Виджесекара, Субодха

Гунавардена. A Comprehensive Survey on Knowledge-Defined Networking // *Telecom*. – 2023. – Т. 4, № 3. – С. 477-596. – DOI: 10.3390/telecom4030025. – URL: <https://www.mdpi.com/2673-4001/4/3/25> (дата обращения: 16.12.2025).

3. Цзян В., Хань Х., Чжан Я., Ван Ц., Хэ М., Гу В., Му Ц., Чэн С. Graph Neural Networks for Routing Optimization: Challenges and Opportunities // *Sustainability*. – 2024. – Т. 16, № 21. – С. 9239. – DOI: 10.3390/su16219239. – URL: <https://www.mdpi.com/2071-1050/16/21/9239> (дата обращения: 16.12.2025).