

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования



**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Направление подготовки/профиль: 09.06.01 Информатика и вычислительная техника / 05.13.01 Системный анализ, управление и обработка информации (промышленность, информационные технологии)

Школа: Инженерная Школа Информационных Технологий и Робототехники

Отделение: Информационных Технологий

**Научный доклад об основных результатах подготовленной  
научно-квалификационной работы**

Тема научного доклада
Анализ и оптимизация распределения ресурсов в беспроводных сетях с использованием БПЛА для передачи информации и энергии

УДК: **004.73:629.73-519**

Аспирант

Группа	ФИО	Подпись	Дата
А7-36	Поннимбадуге Перера Таринду Дилшан		27/05/2021

Руководитель профиля подготовки

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОИТ	Ким Валерий Львович	Д.т.н.		27/05/2021

Руководитель отделения

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Зав. кафедрой – рук. отделения на правах кафедры	Шерстнев Владислав Станиславович	К.т.н.		27/05/2021

Научный руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор НОЦ АИТ	Джаякоди Арачшиладж Душанта Налин Кумара	Ph.D		27/05/2021

Томск – 2021 г.

**Объект исследования:** проектирование системы, распределение ресурсов и оптимизация ресурсов для сетей беспроводной связи с беспроводным питанием от БПЛА при сохранении ожидаемых параметров качества обслуживания, таких как сквозное отношение сигнал / шум (СО), достижимая скорость передачи информации, актуальность данных и задержка для следующего поколения беспроводной связи, т. е. 5G и выше.

**Цель исследования (проблема исследования):** Среди методов сбора радиочастотной энергии (РФ-РЭ) одновременная беспроводная передача информации и мощности (ОБПИМ) оказался недорогим, а также потенциально способным повысить эффективность использования спектра. Компромисс между скоростью передачи информации и количеством собранной энергии становится критическим фактором для оценки производительности сети связи. Следовательно, эффективное и действенное распределение и оптимизация ресурсов в сети связи имеет первостепенное значение для совместных сетей связи с БПЛА с поддержкой ОБПИМ и беспроводные сенсорные сети (БСС). Чтобы заполнить этот пробел в исследованиях в различных конфигурациях сетей беспроводной связи, были выполнены следующие задачи;

- Современное всеобъемлющее исследование существующих исследовательских работ, связанных с ОБПИМ в сетях беспроводной связи, для выявления пробелов в исследованиях и его будущих направлений в направлении связи следующего поколения.
- Сравнение производительности протоколов ОБПИМ с временной коммутацией (ВК) и разделением мощности (РМ) при совместной связи.
- Разработать единую схему РФ для совместной связи с автономным БПЛА с оптимальным распределением ресурсов и траекторией БПЛА.
- Разработать автономную схему мониторинга состояния с помощью БПЛА для беспроводные сенсорные сети (БСС), разработав метод асимптотического оптимального распределения ресурсов и эвристические алгоритмы, чтобы превзойти производительность алгоритма грубой силы и тестирования БСС.
- Спроектировать сеть двусторонней ретрансляции с автономным питанием от БПЛА и сформулировать закрытое выражение для Возраста информации, которое представляет собой недавно введенную метрику производительности для измерения актуальности данных в месте назначения.
- Разработать автономную систему связи с использованием БПЛА с кэш-памятью, чтобы увеличить скорость передачи информации для периферийных пользователей. Затем распределение ресурсов и траектория БПЛА оптимизируются для достижения максимальной скорости передачи информации на периферийных пользователях за счет превышения производительности его тестовых систем.
- Сформулировать математические выражения в замкнутой форме для показателей производительности, а также сформулировать и решить задачи оптимизации распределения ресурсов для вышеупомянутых системных моделей.
- Разработка схем моделирования для проверки теоретического анализа разработанных моделей системы и сравнения производительности предлагаемых систем с эталонными установками связи и существующими исследовательскими работами.

**Научная новизна исследования:**

- Разработана новая унифицированная схема РФ, состоящая из беспроводная передача энергии (БПЭ), ОБПИМ и РФ на основе самоинтерференции, которая имеет более высокую производительность, чем существующие схемы РФ, такие как сбор и со-трудничество, собственная переработка энергии и традиционное переключение времени. Затем разрабатывается новая структура временных блоков для размещения предложенной унифицированной схемы РФ. Кроме того,

профиль мощности и траектория БПЛА (с учетом трех-координатной декартовой плоскости) оптимизированы для достижения максимальной производительности.

- Разработан БСС с беспроводным питанием, в котором датчики получают дистанционное питание от энергетических маяков с использованием РФ-БСС. Новая структура временных блоков представлена разделением всего рабочего времени на две фазы. На первом этапе БСС кластеризуется, оптимальные головки кластера выбираются в датчиках повышения мощности, и каждый датчик периодически отправляет полученные данные в головку кластера. На втором этапе БПЛА используется для увеличения уровня энергии головки кластера через РФ-БПЭ и собирает агрегированные данные с головок кластера. Предлагается асимптотическое оптимальное решение с учетом двойственности сформулированной задачи оптимизации для уменьшения сложности по сравнению с методом грубой силы или механизма полного поиска.
- В отличие от обычных сетей с использованием БПЛА, сеть двусторонней ретрансляции с БПЛА с поддержкой ОБПИМ предлагается с учетом де-фектов оборудования. Получено математическое выражение в закрытой форме для недавно введенной метрики производительности возраста информации. Предлагается модифицированная версия алгоритма поиска золотого сечения для определения оптимальных факторов распределения ресурсов. Кроме того, предлагается итерационный алгоритм для решения задачи оптимизации траектории БПЛА с помощью итеративной техники жесткого порогового определения.
- Чтобы преодолеть проблему отсутствия транзитного соединения по фиксированной линии, схема ретрансляции с использованием БПЛА с поддержкой Переключение Мощности-ОБПИМ и поддержкой кэширования предназначена для увеличения скорости передачи информации на граничных пользователях. Задачи оптимизации, связанные с распределением ресурсов и траекторией БПЛА, сформулированы так, чтобы максимизировать скорость передачи информации об обслуживании. Оптимизация траектории БПЛА решается с помощью предложенного итеративного алгоритма при оптимальном распределении ресурсов.