# Вводная часть

Актуальность лоры,

Во многих теоретических работах [1, 7] и экспериментальных [2, 6] исследованиях предполагают, то на одном SF возникает конфликт.

Существует более сложная система моделирования, где учитывается, что конфликт существует не всегда [3]. Кроме того существуют и теоретические работы [8].

Нужны экспериментальные исследования

1. Обзор работ
   1. Кратко описать [4,5,6]
   2. Их достоинства и недостатки
   3. Был эксперимент [4]
   4. [5]
   5. Достоинство [4] эксперимент был описан подробно
   6. Недостатком работы[6] интервалы случайным образом, достоинство более одного сообщения
   7. 1 шаг программа минимум: Мы повторяем эксперимент работы [4]
   8. 2 шаг: Мы повторяем эксперимент работы [6]
   9. Позволит объединить достоинства всех этих работ
2. Описание подхода, которые мы реализуем
   1. Описание подхода

Рассмотрены случаи:

Case 1: Both frames are considered lost when the

stronger frame arrives later than the receiver locking

time, i.e. 4 symbols. In that case, the receiver attempts

to listen to the weaker signal, but it is suppressed by

the stronger signal.

• Case 2: The stronger frame survives the collision when

its arrival overlaps with the header CRC of the weaker

frame. This will cause the receiver to release the lock

on the weaker frame and start listening to the new

stronger frame.

• Case 3: Both frames get corrupted when the stronger

frame arrives after the receiver "nishes receiving the

weak frame header and the stronger frame overlaps

with the LoRaWAN header of the weaker frame. This

happens because the receiver keeps locking onto the

weak frame, whilst the data inside the LoRaWAN header,

e.g. device address, becomes corrupt.

• Case 4: Both frames are dropped when the stronger

frame arrives after the receiver "nishes receiving the

LoRaWAN header of the weaker frame and slightly

before the payload CRC of the weaker frame. In this

case, the weaker frame is successfully received, but

the payload gets destroyed, resulting in a wrong MIC.

Thanks to error correction techniques employed in

LoRa transceivers, the weaker frame might still be

decoded whenever the stronger frame only slightly

overlaps with the payload CRC of the weaker frame.

* 1. Аппаратные средства:
     1. Описание оконечных устройств LoRa, используемых в подходе

[Вега СИ-11](https://iotvega.com/product/si11) 868.125 MHz, 20 dBm, использовался для записи сигналов на SDR.

* + 1. Описание базовой станции

[Вега БС-2.2](https://iotvega.com/product/bs02-2)

* + 1. Описание SDR

HackRF One:

* 1 MHz to 6 GHz operating frequency
* half-duplex transceiver
* up to 20 million samples per second
* 8-bit quadrature samples (8-bit I and 8-bit Q)
* compatible with GNU Radio, SDR#, and more
* software-configurable RX and TX gain and baseband filter
* software-controlled antenna port power (50 mA at 3.3 V)
* SMA female antenna connector
* SMA female clock input and output for synchronization
* convenient buttons for programming
* internal pin headers for expansion
* Hi-Speed USB 2.0
* USB-powered
* open source hardware
  + 1. Указание дальности от ОУ, до БС, параметры сигнала

Дальность 2 метра, центральная частота сигнала 868.125 MHz, 40 dB усиление (на SDR).

* 1. Описание метода сбора, обработки и генерации данных

Оконечное устройство ВЕГА-СИ11 на частоте 868.125 MHz, 2 dBm усиление, генерирует пакеты данных раз в 7 секунд с инкрементирующимся счетчиком сообщений, SDR устройство HackRF One записывает два сигнала на дальности 20 см от ОУ в бинарный файл (программой hackrf\_transfer.exe). Далее данный файл считывается программой математического моделирования Matlab и преобразовывается в комплексную переменную Matlab (данные из файла парсятся по принципу 8 бит действительной составляющей и 8 бит мнимой составляющей). Комплексная переменная подвергается цифровой обработке (убирается постоянная составляющая, шумы, выделяется нужный сигнал) и в цифровом виде повторяются случаи из пункта 2.1.

1. Результаты и сравнения с известными работами
   1. Сравниваем с известными работами (либо совпадает, либо отличается)
   2. Наш подход более гибкий, т.к. в нашей модели мы можем увеличивать число интерферирующих сообщений и брать более точные сдвиги.
   3. [4] – повторяем опыты из статьи (с наложением, разной мощностью)

# Список источников

1. Georgiou, O., & Raza, U. (2017). Low power wide area network analysis: Can LoRa scale?. *IEEE Wireless Communications Letters*, *6*(2), 162-165.
2. Van den Abeele, Floris, et al. “Scalability analysis of large-scale LoRaWAN networks in ns-3.” IEEE Internet of Things Journal 4.6 (2017):
3. 2186–2198.Marini, R., Mikhaylov, K., Pasolini, G., & Buratti, C. (2021). LoRaWANSim: A Flexible Simulator for LoRaWAN Networks. *Sensors*, *21*(3), 695.
4. Rahmadhani, A., & Kuipers, F. (2018, October). When lorawan frames collide. In Proceedings of the 12th International Workshop on Wireless Network Testbeds, Experimental Evaluation & Characterization (pp. 89-97).
5. Haxhibeqiri, J., Van den Abeele, F., Moerman, I., & Hoebeke, J. (2017). LoRa scalability: A simulation model based on interference measurements. *Sensors*, *17*(6), 1193.
6. Kuzmichev S. A., Stepanov N. V. Experimental Research to Determine the Conditions for Successful Reception of Messages in the LoRaWAN //2019 Wave Electronics and its Application in Information and Telecommunication Systems (WECONF). – IEEE, 2019. – С. 1-4.
7. Gusev O., Turlikov A., Kuzmichev S., Stepanov N. Data Delivery Efficient Spreading Factor Allocation in Dense LoRaWAN Deployments //2019 XVI International Symposium" Problems of Redundancy in Information and Control Systems"(REDUNDANCY). – IEEE, 2019. – С. 199-204.
8. Qadir, Q. M. (2020). Analysis of the reliability of LoRa. *IEEE Communications Letters*.
9. Abboud, S. (2020). *Study and improvement of long range communication technologies for wireless sensor networks* (Doctoral dissertation, Clermont Auvergne).