

Санкт-Петербургский государственный университет  
телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича

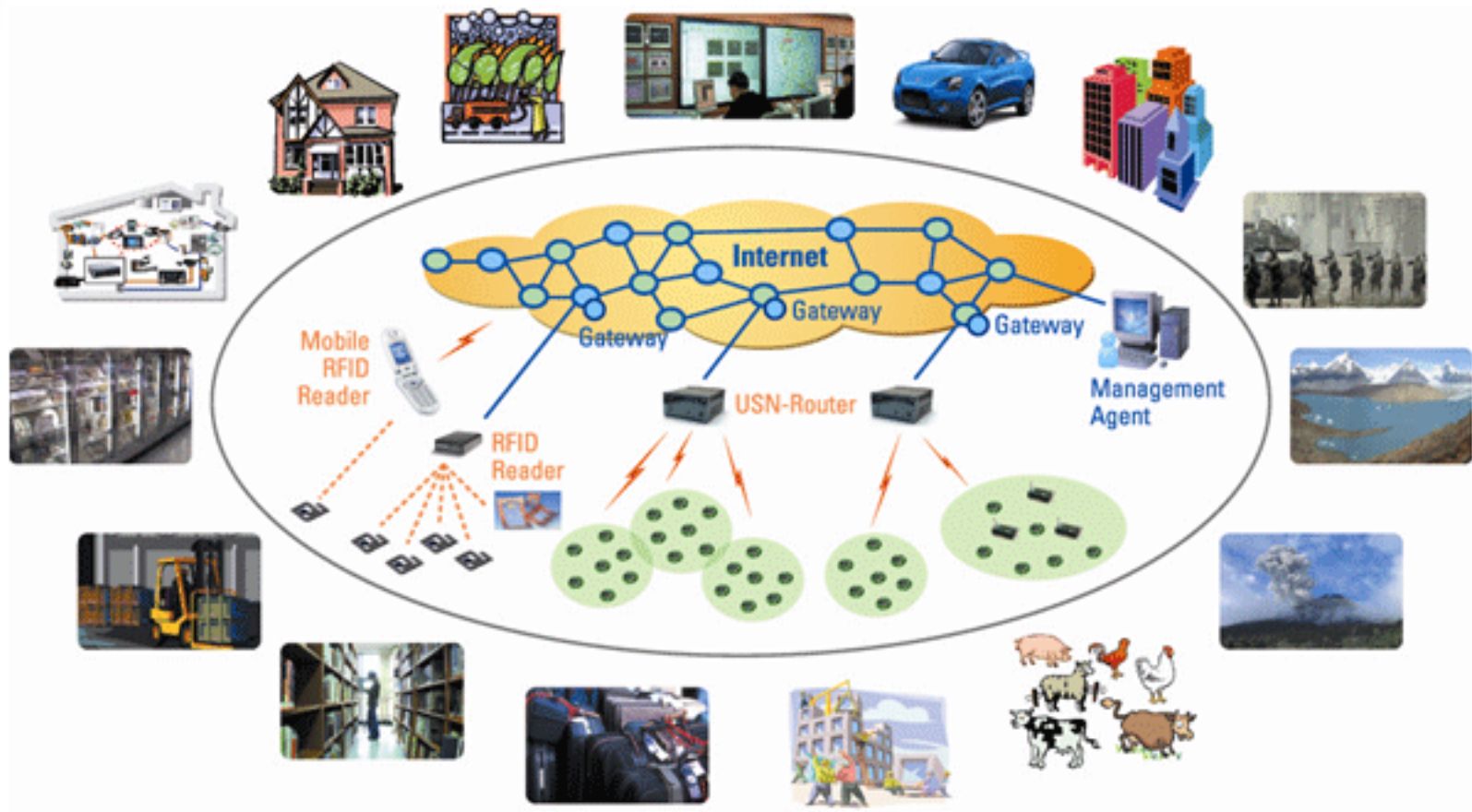
# Летающие сенсорные сети

д.т.н., доц. Р.В.Киричѐк

СПб ГУТ)))

# Предпосылки появления летающих сенсорных сетей (1)

USN – всепроникающие сенсорные сети - базовая основа Интернета Вещей



# Предпосылки появления летающих сенсорных сетей (2)

Простота и доступность БПЛА общего пользования (дроны, мультикоптеры, летающие крылья и др.)

## DJI



Phantom  
300-900\$



F450  
600\$



Matrix 100  
2700\$

## 3D Robotics



Iris+  
400\$



Solo  
800\$



X8+  
1200\$

## Walkera



QR X350  
300\$

## Parrot



AR.Drone  
400 \$

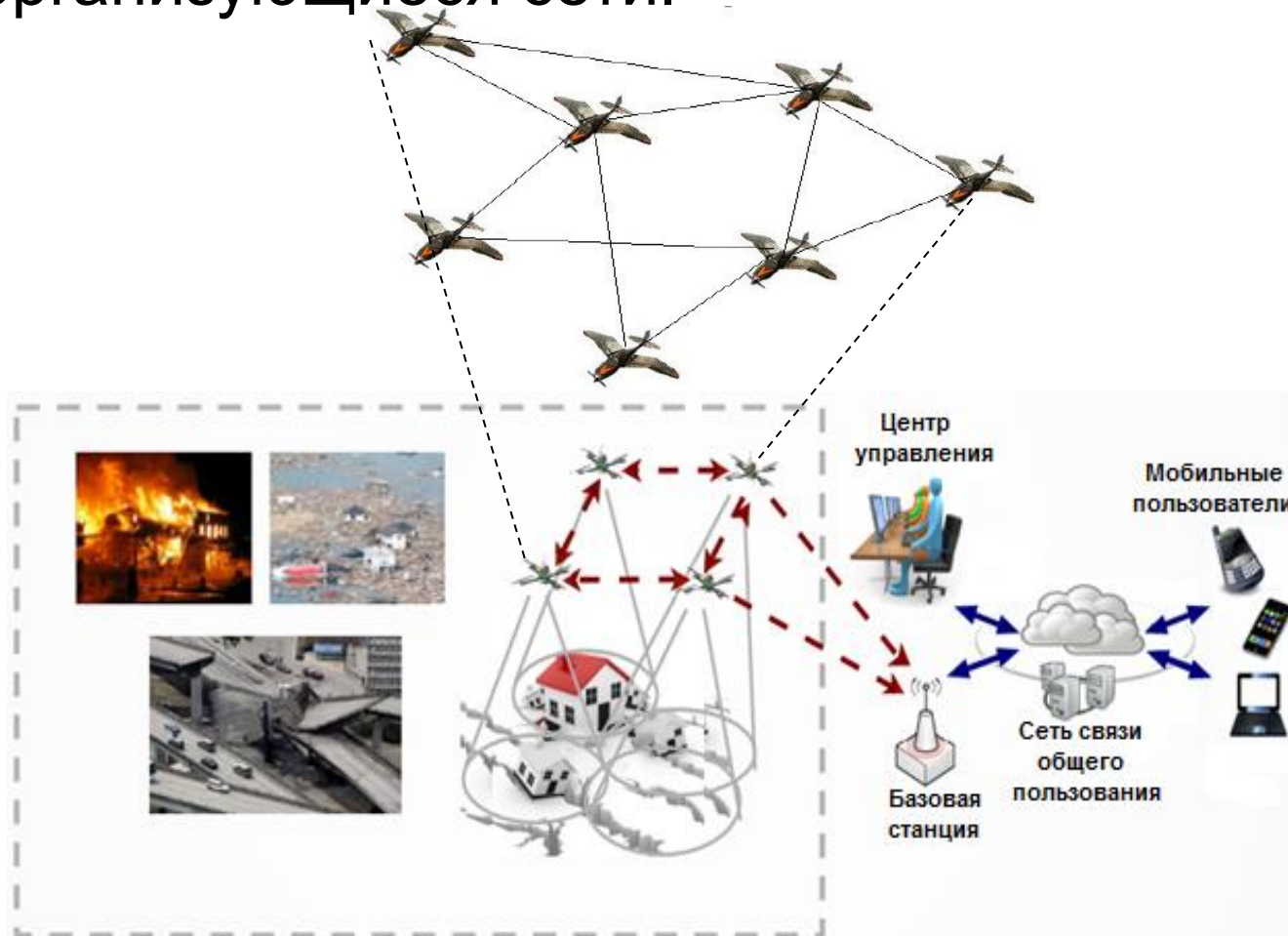


Bebop.Drone  
600 \$

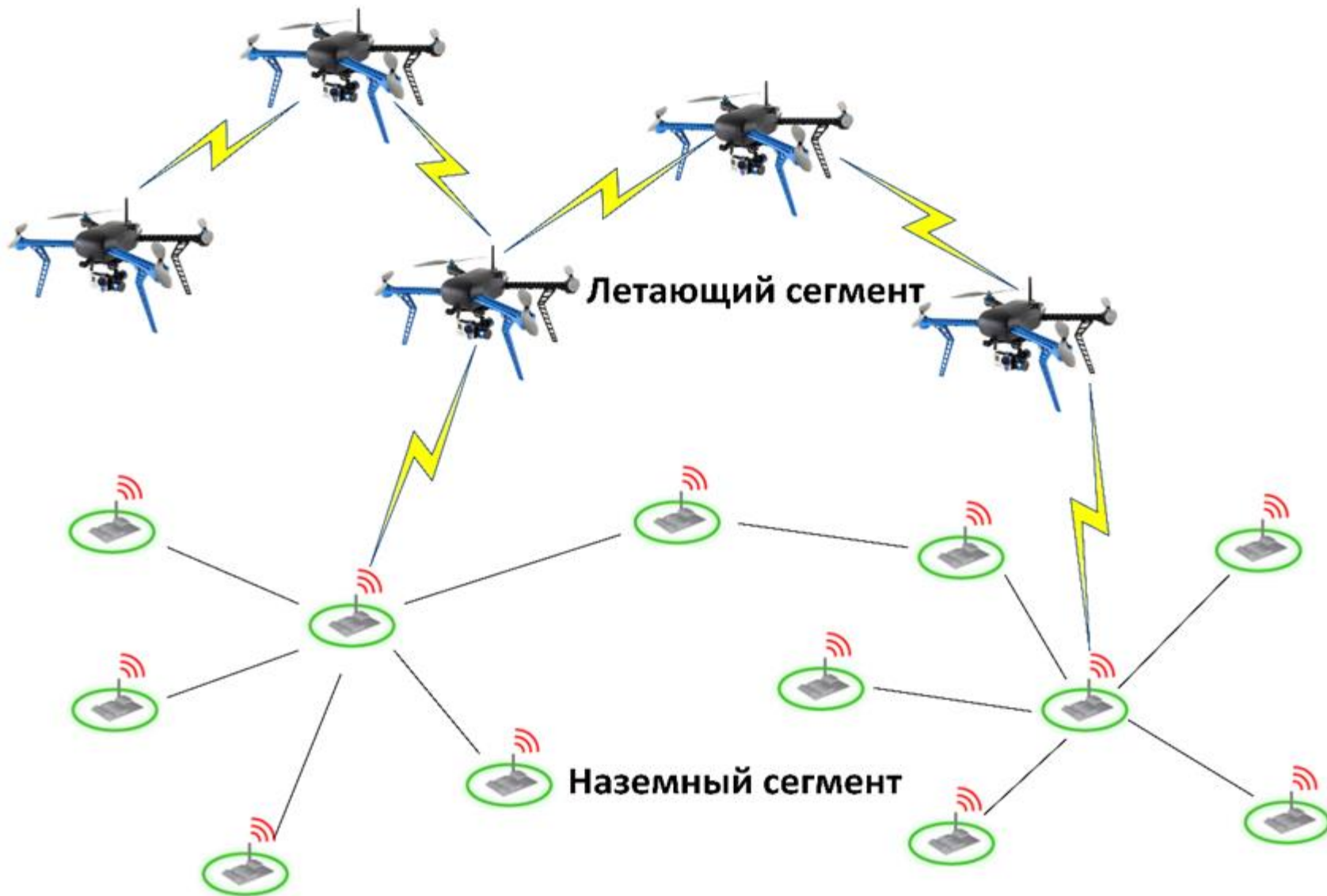
ФЗ от 03.07.2016 № 291- Стало возможным использование БПЛА весом до 30 кг и высотой полета до 120 м для личных целей.

# Предпосылки появления летающих сенсорных сетей (3)

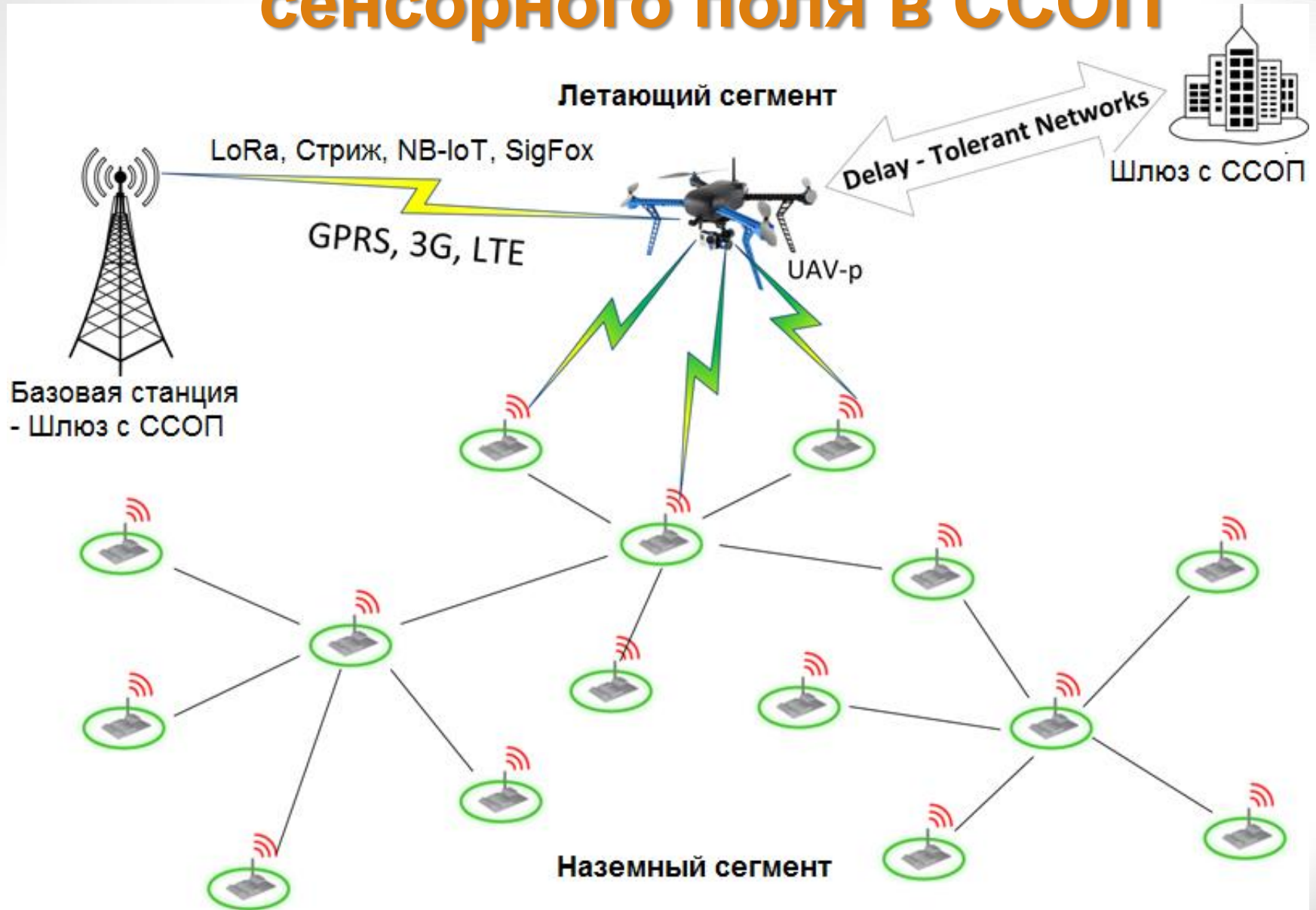
FANET – Flying Ad Hoc Networks – Летающие самоорганизующиеся сети.



# Летающие сенсорные сети



# Доставка данных с сенсорного поля в ССОП



# Применение летающих сенсорных сетей

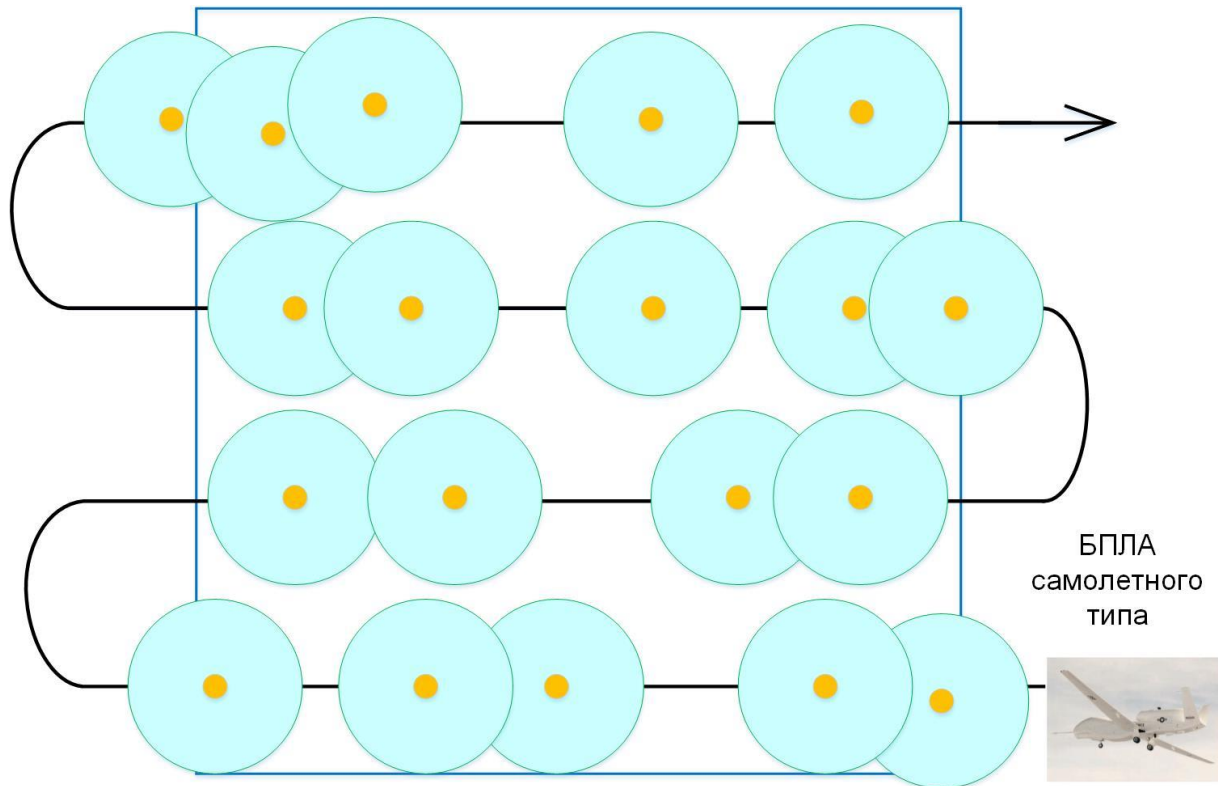
- Контроль экологических параметров окружающей среды;
  - Мониторинг движения транспортных средств;
  - Контроль за возникновением пожаров;
  - Контроль за отказами механизмов и несущих конструкций зданий;
  - Мониторинг проникновения на контролируемые объекты;
  - Мониторинг состояния здоровья пожилых граждан и больных пациентов;
  - Мониторинг сельскохозяйственных угодий;
- и др.

# Полный жизненный цикл летающих сенсорных сетей

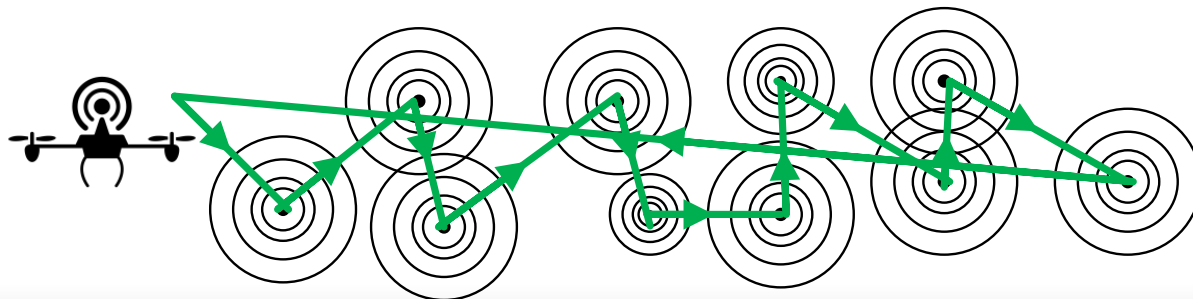
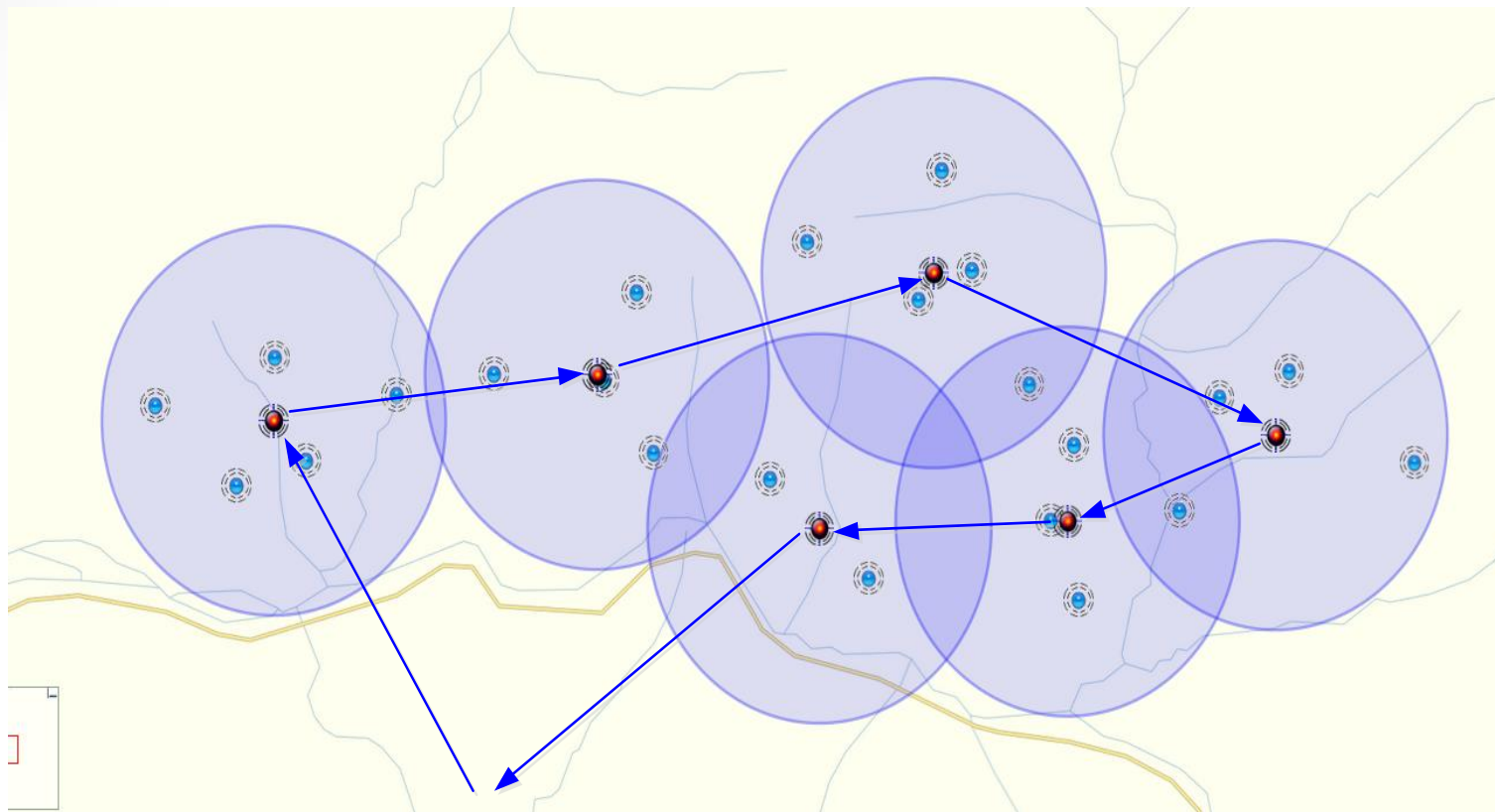
- Установка сенсорных узлов с БПЛА (*самолетного или вертолетного типа?*);
- Определение координат сенсорных узлов в пространстве, построение карты сенсорного поля с помощью БПЛА (*вычисление расстояния: по уровню сигнала; по фазе сигнала; по времени распространения сигнала?*);
- Расчет оптимальных маршрутов для сбора данных с сенсорного поля (*какой алгоритм лучше?*)
- Доставка данных с сенсорного поля в ССОП (*сети сотовой связи; LPWAN; DTN?*);
- Деинсталляция сенсорной сети (*полная разрядка батареи?*);
- Тестирование ЛСС (*тестовые спецификации?*).



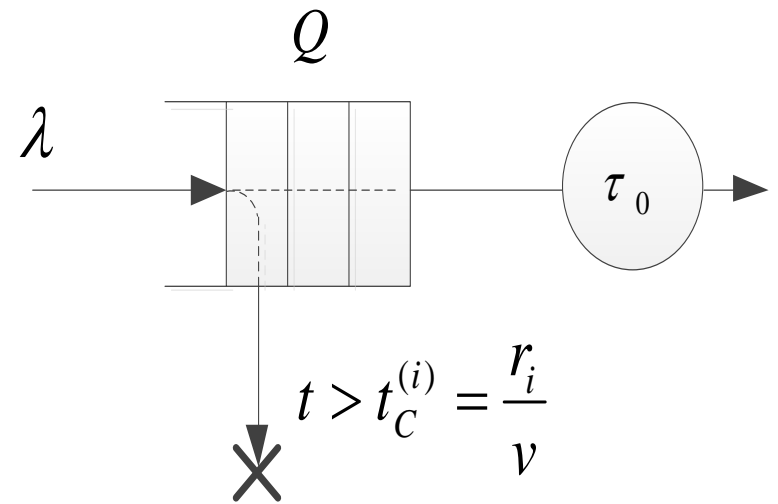
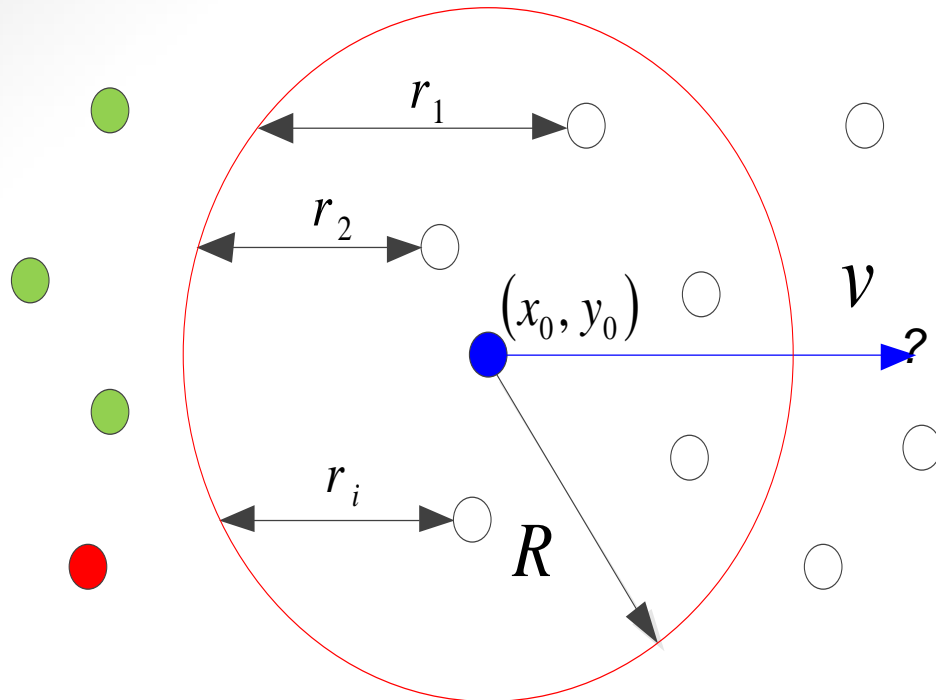
# Инсталляция сенсорных узлов с БПЛА самолетного типа



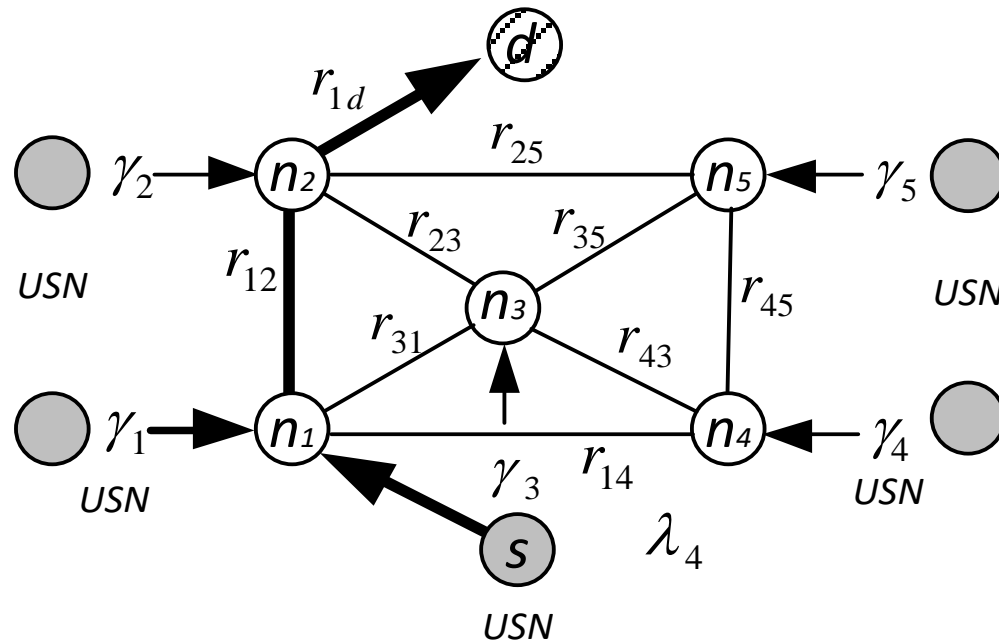
# Оптимизация траектории движения БПЛА для сбора данных



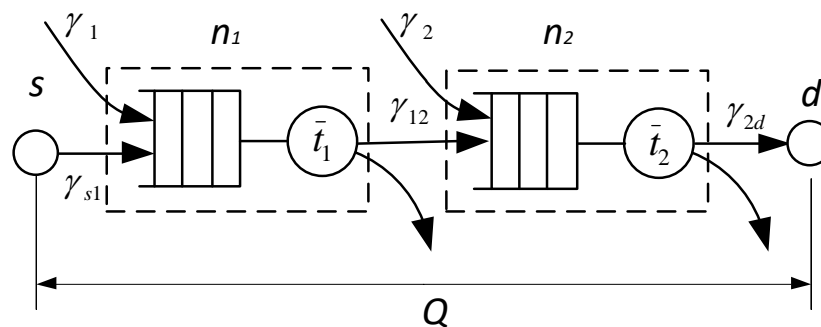
# БПЛА как система массового обслуживания



# Рой БПЛА как сеть массового обслуживания

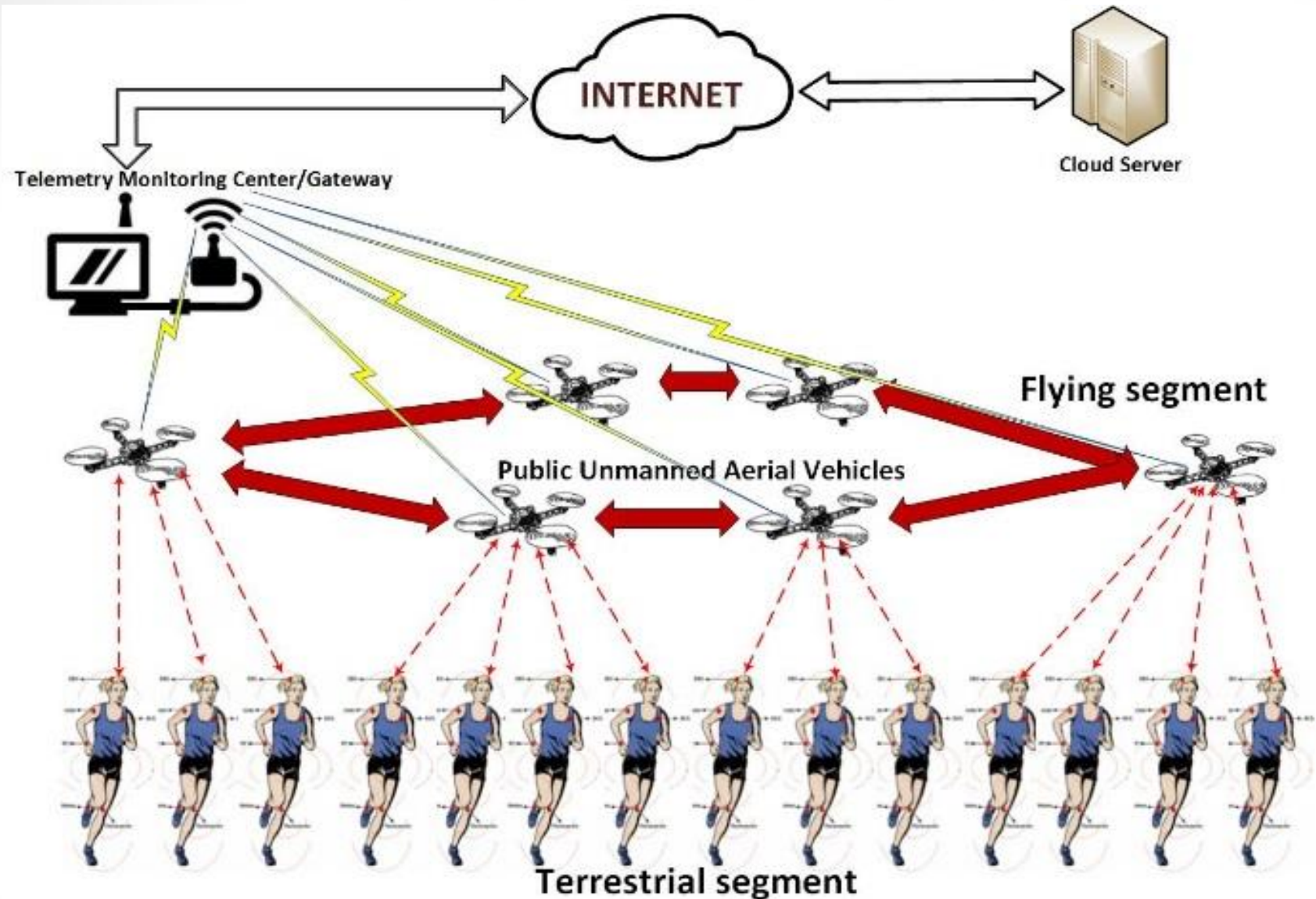


Модель маршрута доставки данных между источником ( $s$ ) и получателем ( $t$ )

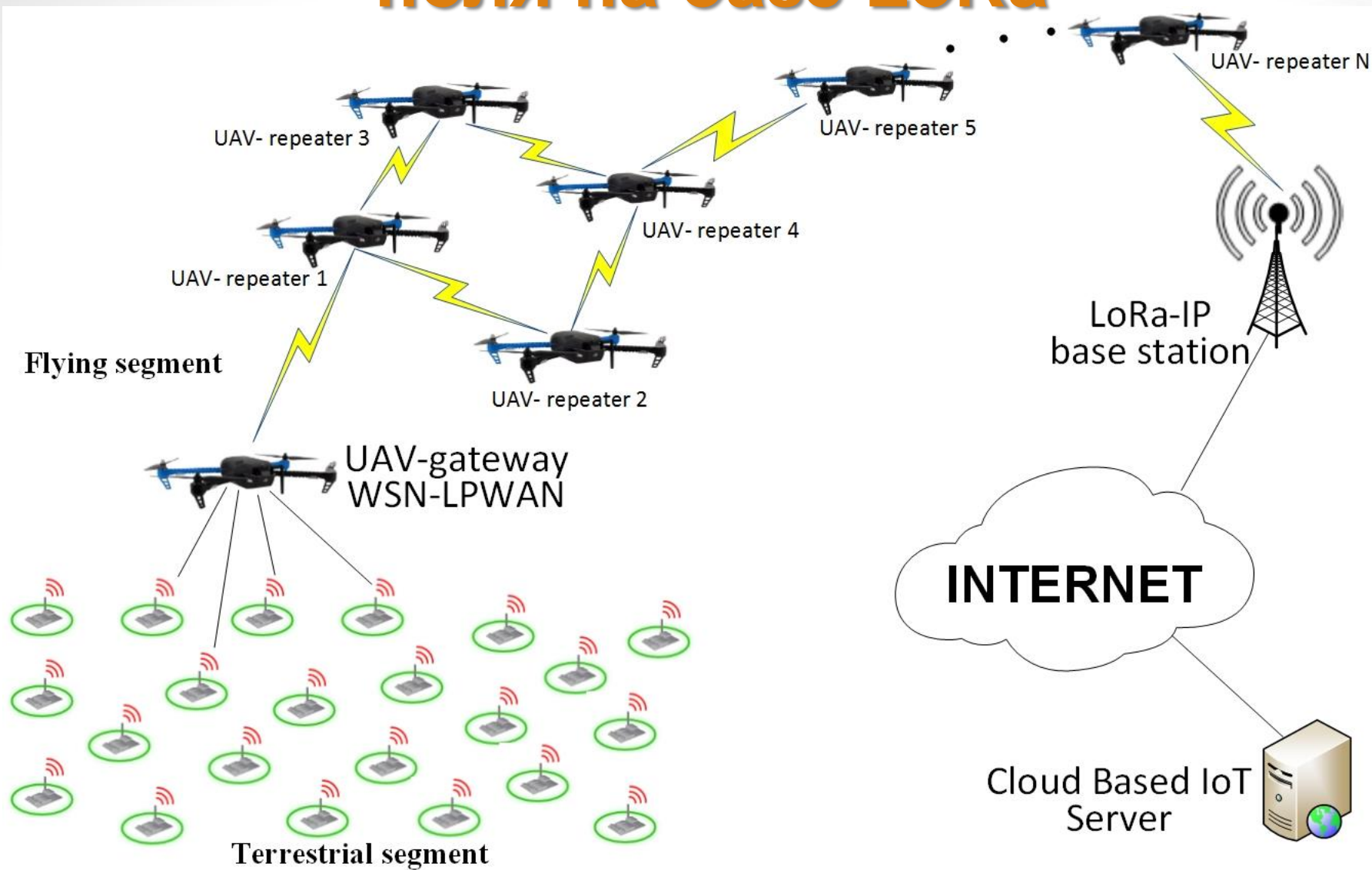


Весь маршрут как последовательность независимых СМО М/М/1

# Сбор данных с нателльных сетей с использованием ЛСС



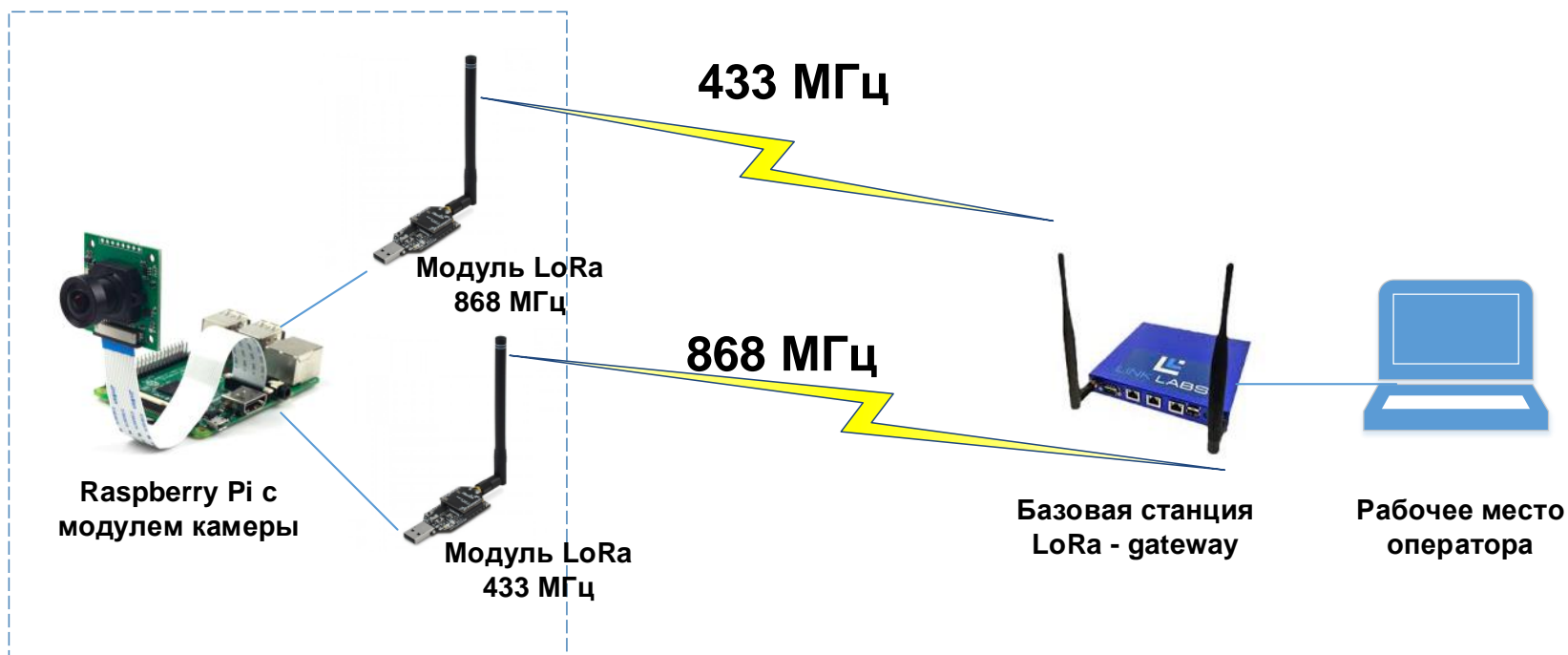
# Доставка данных с сенсорного поля на базе LoRa



# Передача изображений на базе технологии LoRa



Передача изображений 160 \* 120  
6 кадров в сек.  
(3 кадра по каналу 868 МГц + 3 кадра по каналу 433 МГц)



Цель: объективный контроль полёта БПЛА

# Нормативная база

- Где летать, чтобы это было безопасно?



- Как контролировать полеты БПЛА?

THING

DIGITAL OBJECT comprises of:

1

Unique and persistent Identifier (global resource)

associated with

2

State Record of the "Thing"

UAV

Manufacturer

Production date

Engine

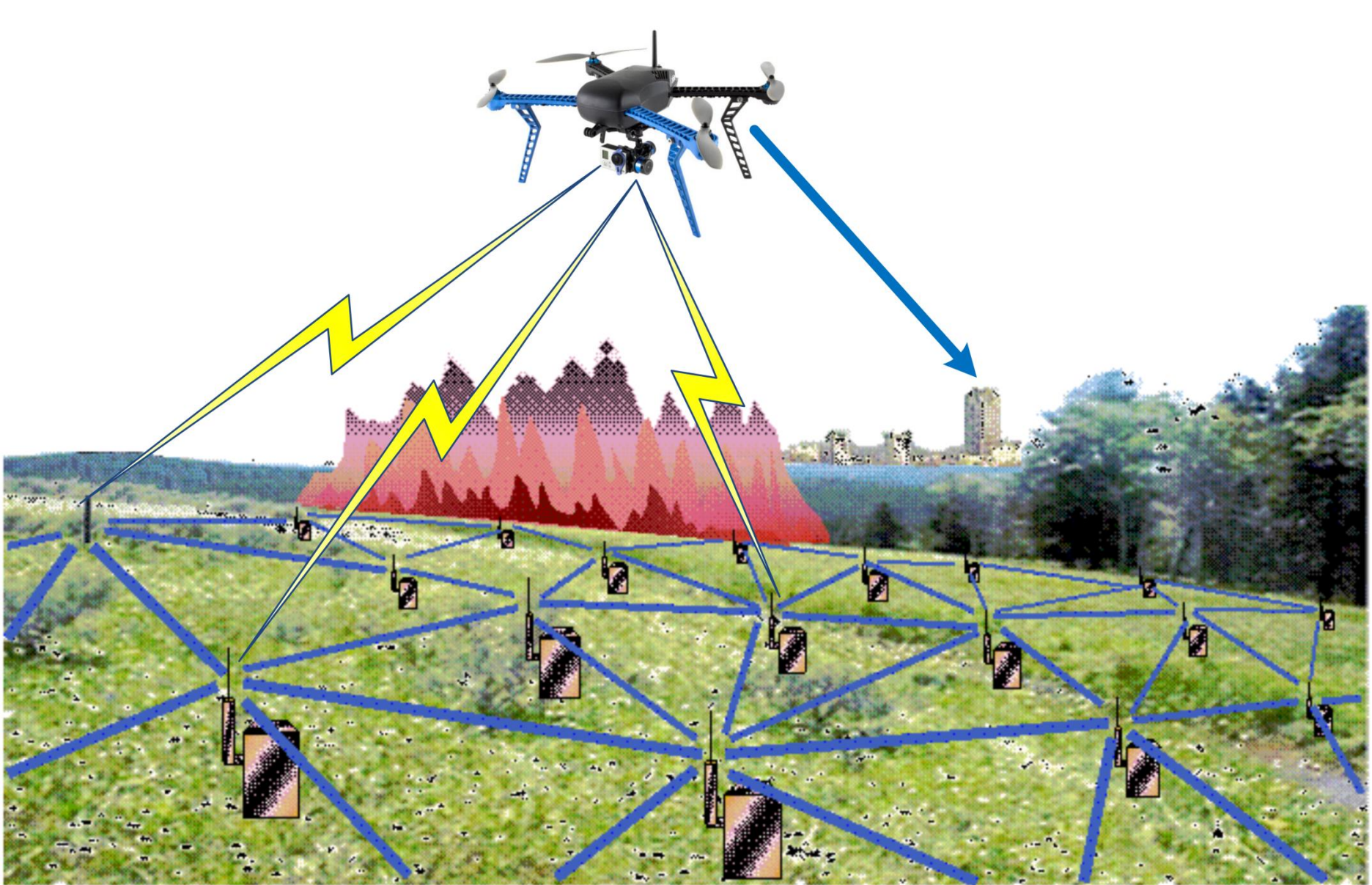
Chassis Number

Model

A built-in Resolution system resolves the ID of the entity, returns the state information contained in the state record and provides a seamless mechanism to connect "things" through linking the information about them.







Исследования проводятся в рамках гранта РФФИ “Разработка принципов построения и методов самоорганизации для летающих сенсорных сетей”, № 15-07-09431а.

# Выводы:

- Летающие сенсорные сети – новое приложение Интернета Вещей;
- Летающие сенсорные сети состоят из двух сегментов: летающего и наземного;
- В настоящее время разрабатываются теоретические основы и проводится комплекс научных исследований по летающим сенсорным сетям;
- На базе модельной сети лаборатории Интернета Вещей проводится тестирование ЛСС и разработка проектов стандартов для МСЭ-Т.



**Руслан Киричёк**

Руководитель группы МСЭ-Т по вопросу "Тестирование Интернета вещей, его приложений и систем идентификации"

Эксперт Росстандарта по международной стандартизации  
Руководитель лаборатории Интернета Вещей СПбГУТ

Тел: +7 812 3051265

WWW: [iotlab.ru](http://iotlab.ru), [seti.sut.ru](http://seti.sut.ru)

E-mail: [kirichek@sut.ru](mailto:kirichek@sut.ru)



**Спасибо за внимание!**