

Спутниковая связь в Арктике – новые возможности

Актуальность создания систем связи, обслуживающих территорию Арктики, определяется:

- необходимостью обеспечения информационной независимости РФ в среднесрочной и долгосрочной перспективе;
- необходимостью создания новых сервисов связи, в том числе в северных и труднодоступных районах РФ в интересах обеспечения безопасности и социально-экономического развития РФ;
- устранение «цифрового неравенства» регионов и т.д.

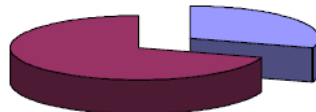
Российские запасы природного газа

Арктическая зона РФ - 80%



Российские запасы нефти

Арктическая зона РФ - 70%



Российские запасы угля

Арктическая зона РФ - около 50%



■ Арктическая зона РФ
■ Остальная часть РФ

Стратегическое развитие систем спутниковой связи отражено в следующих документах:

- указании Президента от 29.06.2011 г. №7066;
- поручении Аппарата Правительства РФ от 06 сентября 2013 №1210-с;
- Госпрограмма «Социально-экономическое развитие Арктической зоны Российской Федерации» (до 2025 года).





Телерадиовещание



Широкополосный доступ в Интернет



Связь в интересах федеральных и региональных органов власти

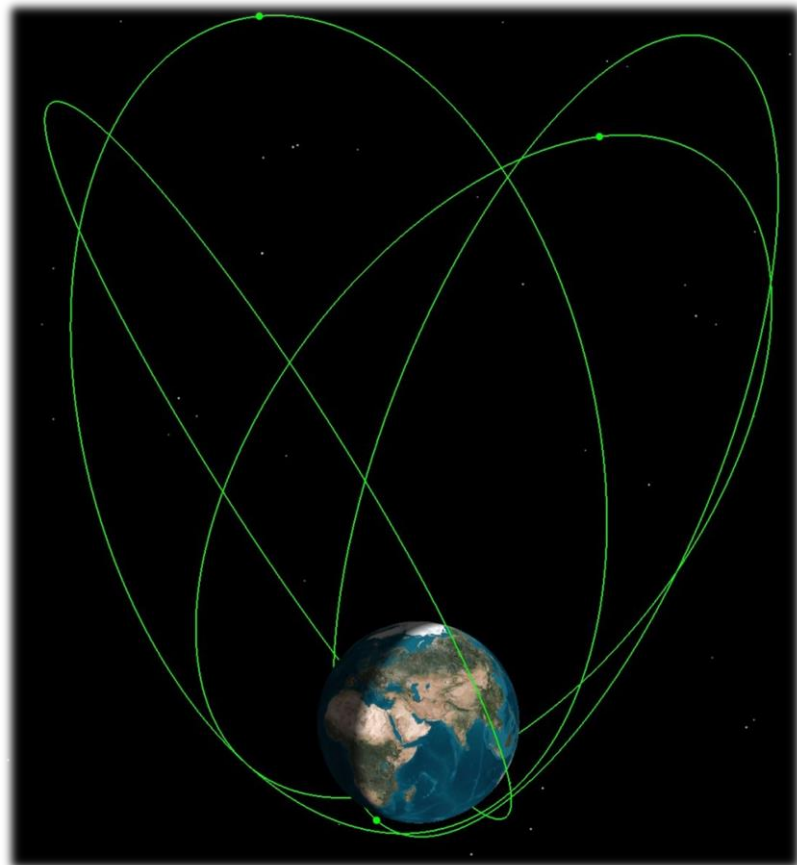


Подвижная спутниковая связь, включая авиасообщение



Связь на Северном Морском пути, мониторинг ледовой обстановки

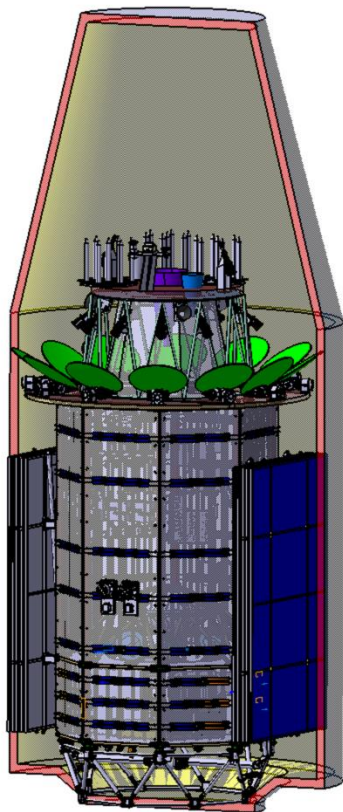
Характеристика	Значение
Количество КА в орбитальной группировке	4 КА на ВЭО с периодом обращения около 12 часов
Наклонение плоскости орбиты	62,8°
Высота перигея	1000 км
Аргумент перигея	270°
Эксцентриситет	0.722
Зона обслуживания	Территория РФ и акватория Северного Ледовитого океана
Длительность рабочего участка орбиты с учетом интервалов переключения трафика	±3 часа 15 минут от апогея орбиты
Угол между заходящим и восходящим КА в момент передачи трафика	±3°
Перепад высот на интервале ±3 часа от апогея орбиты	не более 25%
Угол места КА на основном витке на интервале ±3 часа от апогея	не менее 30°
Угол места КА из г. Дубна на сопряженном витке на интервале ±3 часа от апогея	не менее 7°
Платформа	на основе семейства «Экспресс-1000Н»
Количество активных транспондеров (усилителей мощности):	
• С-диапазон	1
• Ku-диапазон	16 (14 для прямых каналов, 2 для обратных каналов)
• L-диапазон	2 (для направления связи C-L)
Срок активного существования	10 лет
Технический ресурс (длительность функционирования по расходным ресурсам)	12 лет
Автономность функционирования	12 витков
Стартовая масса КА	2230 кг
Масса полезной нагрузки	400 кг
Энергопотребление / тепловыделение полезной нагрузки, не более	7500 Вт / 5000 Вт
Средства выведения (одиночный запуск, прямое выведение)	РН «Союз-2.16» с РБ «Фрегат-М»



4 КА, поочередно выходя на рабочий участок высокоэллиптической орбиты, обеспечивают обслуживание северного полушария Земли.

Одновременно работают 2 КА – на основном витке (восточная часть зоны обслуживания) и на сопряженном (западная часть)

Жесткие требования по углам места КА во всей зоне обслуживания и точности наведения лучей БРК потребовали создания нового типа КА на ВЭО на базе спутниковой платформы «Экспресс-1000Н» – с ориентацией в плоскости орбиты и коррекцией параметров орбиты



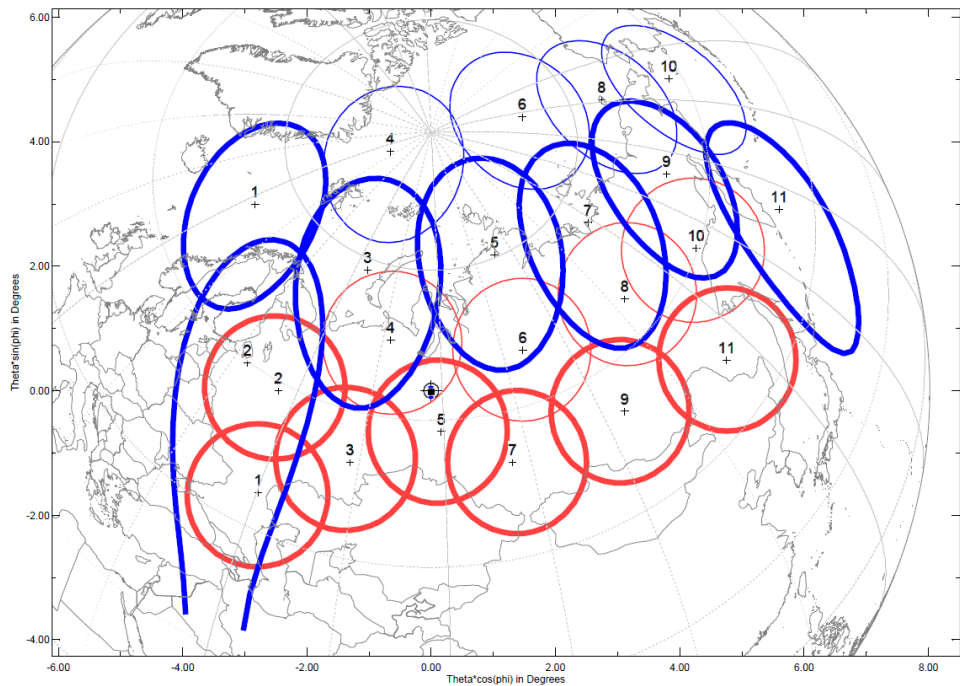
КА «Экспресс-РВ» в стартовой конфигурации

Индивидуальное наведение каждой антенны

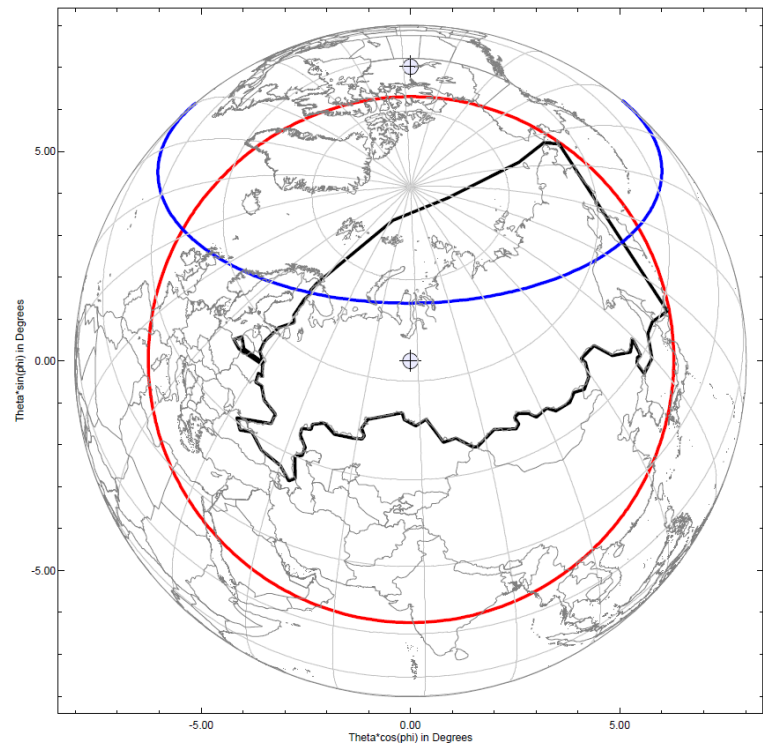


КА «Экспресс-РВ» в рабочей конфигурации

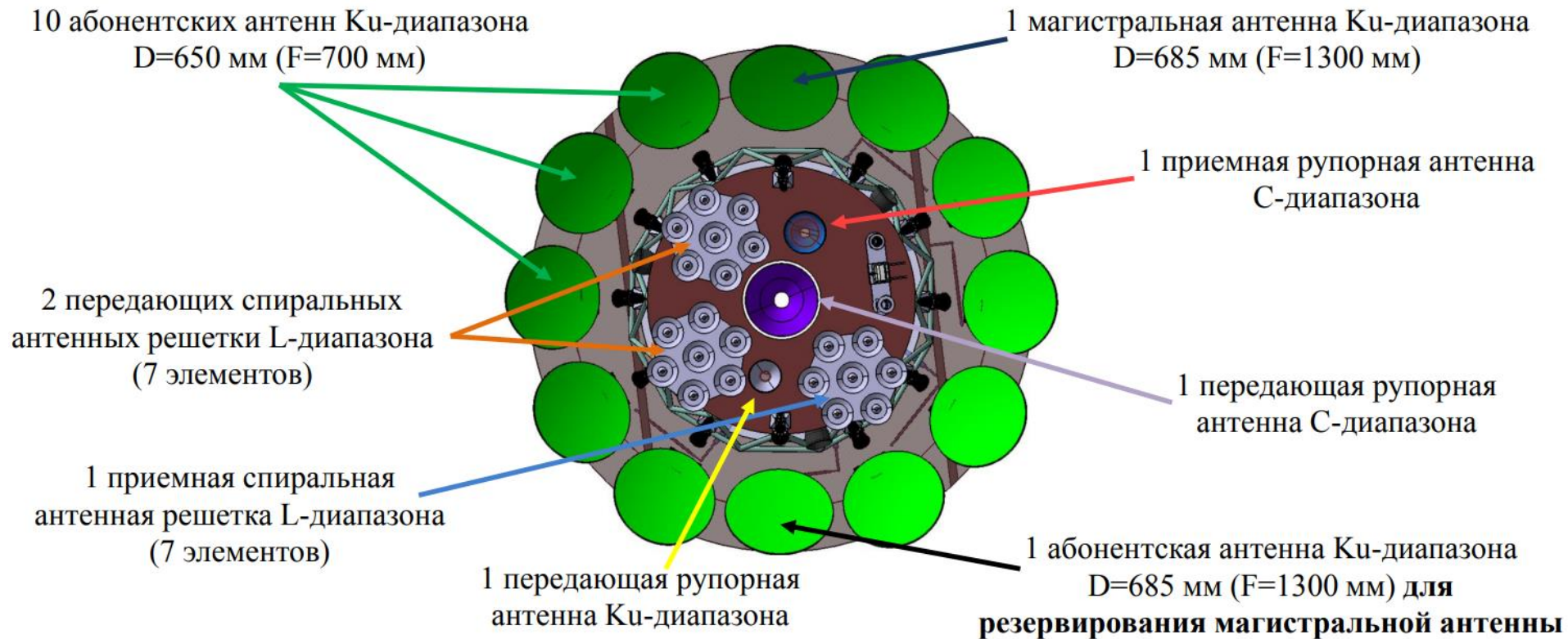
Зоны обслуживания КА из апогея для основного (красный) и сопряженного (синий) витков



Ку-диапазон ($2,2^\circ \times 2,2^\circ$)



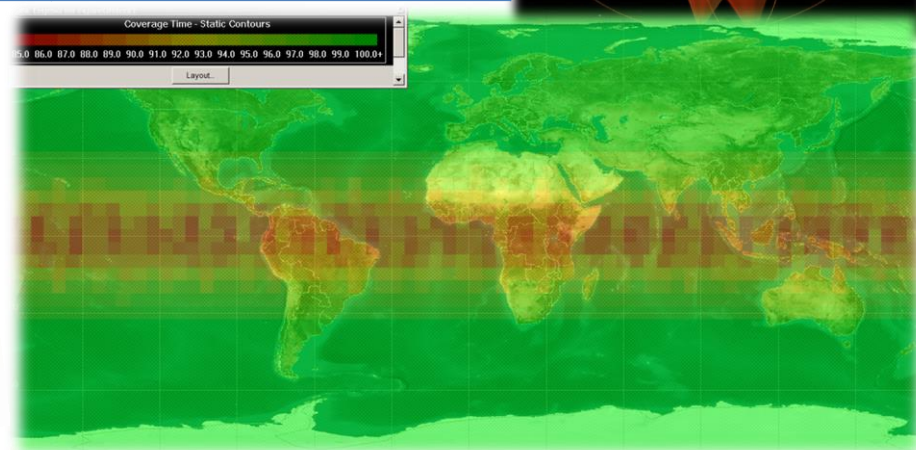
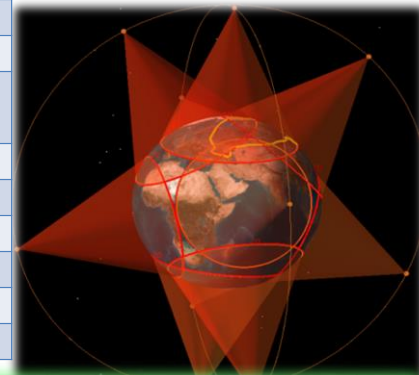
L- и C-диапазон ($12,5^\circ \times 12,5^\circ$)



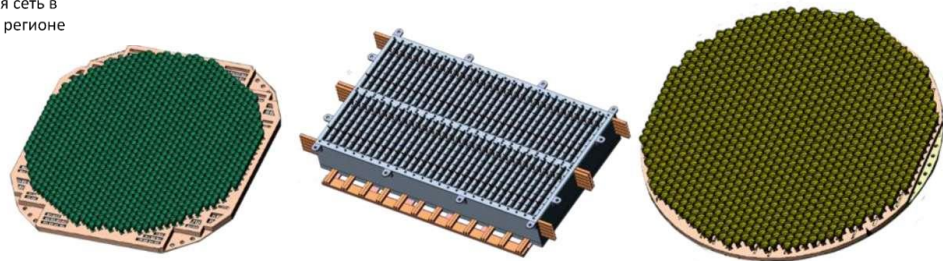
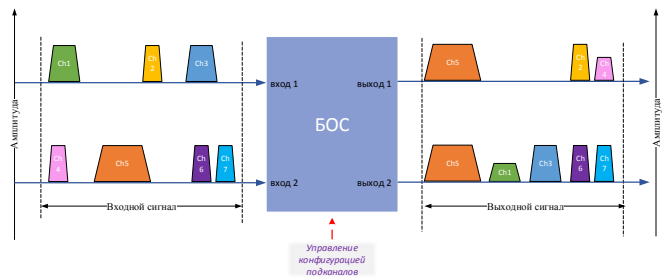
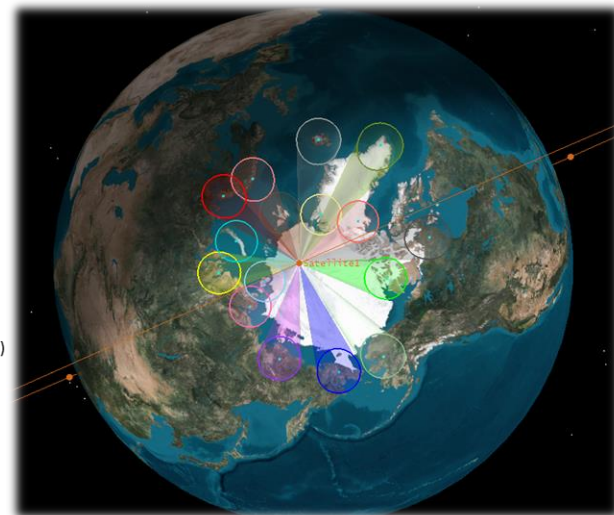
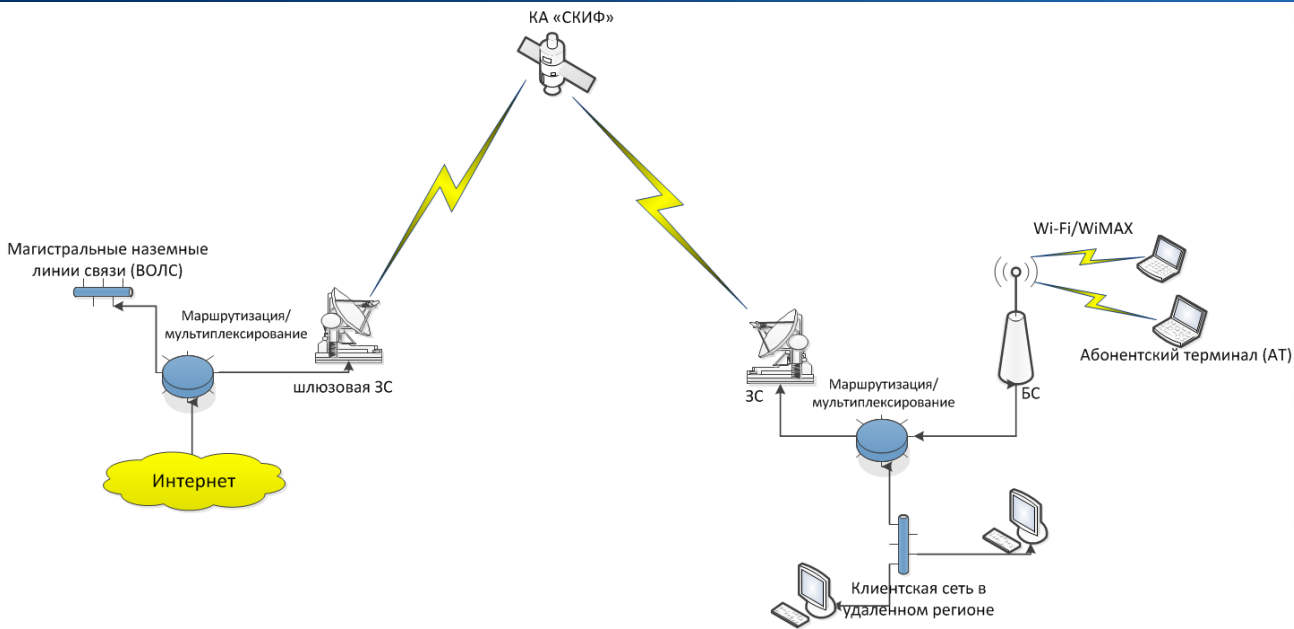
КА «Скиф»
в рабочем положении



Характеристика	Значение
Диапазон частот	Ka-
Основные услуги	Высокоскоростной доступ в сеть «Интернет»
Высота орбиты, км	8070
Наклонение орбиты, град.	88,2
Количество плоскостей, шт	2
Количество КА в ОГ, шт	12
Масса КА, кг	до 900
САС КА, лет	10



Обеспечивается гарантированное покрытие **по углу места 20°** большей части территории Земли (в экваториальных районах время видимости КА 85-95% в сутки)



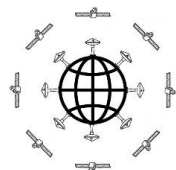
Общий вид приёмной АФАР, блока обработки и передающей АФАР

Параметр		СКО («СКИФ»)	ВЭО («Экспресс-РВ»)
Эквивалентный диаметр антенных систем Диапазон частот Скорости передачи данных Типы земных станций	диаметр	0,6 – 2,4 м	0,6 – 3,6 м
	Диапазон частот	Ka	Ku
	Скорости передачи данных	3 – 300 Мбит / с	3 – 100 Мбит / с
	Типы земных станций	Абонентские терминалы для предоставления коллективного доступа в сеть интернет	- Абонентские терминалы для подвижных надводных морских объектов - Абонентские терминалы для наземных и воздушных подвижных объектов на основе - Абонентские терминалы для стационарных объектов - Абонентские терминалы для приема звуковых программ радиовещания
Типы антенных систем		Зеркальные антенны с механическим наведением и слежением 	Зеркальные антенны с механическим наведением и слежением •Фазированные антенные решётки с механическим наведением и слежением •Активные фазированные антенные решётки с электронным наведением и слежением 
Минимальный рабочий угол места		5 - 90°	5 - 90°



СЕТЬ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ СЕРВИСОВ IoT

беспроводная глобально-распределенная низкоорбитальная многоспутниковая система передачи данных с целевой функцией интернета вещей (IoT)



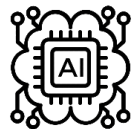
МАКСИМАЛЬНОЕ ПОКРЫТИЕ ТЕРРИТОРИИ ЗЕМЛИ

возможность работать там, где нет никаких сетей



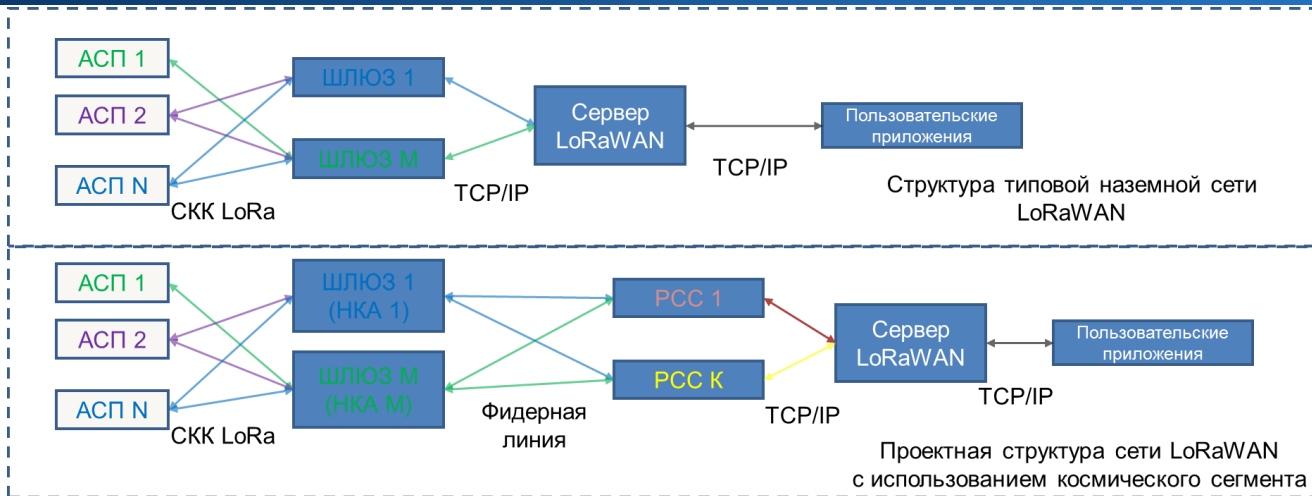
КОНКУРЕНТОСПОСОБНЫЙ СЕРВИС

невысокие ценовые и эксплуатационные параметры сервисов, низкое энергопотребление и долговечность абонентских устройств



КОНЦЕПТ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

концептуально заложенная возможность использования в сервисных приложениях алгоритмов ИИ (машинное обучение, аналитика, прогнозирование и т.д.)



Параметры передачи	Максимальный объем полезной нагрузки в пакете, байт	Ориентировочное время пакета 51 байт в эфире, мс	Предельный SNR	Скорость передачи, бит/сек
SF12/125 kHz/FEC 4/5	51	2793	-20	292
SF11/125 kHz/FEC 4/5	51	1560	-17,5	537
SF10/125 kHz/FEC 4/5	115	700	-15	976
SF9/125 kHz/FEC 4/5	222	390	-12,5	1757
SF8/125 kHz/FEC 4/5	222	215	-10	3125
SF7/125 kHz/FEC 4/5	222	120	-7,5	5468



Функциональные возможности

мониторинг окружающей среды группой датчиков геопозиционированных ОУ, передача данных и прием команд управления по спутниковому каналу



РАННЕЕ ОБНАРУЖЕНИЕ ПОЖАРА

по данным датчиков ОУ при превышении пороговых значений контролируемых параметров с локализацией очага возгорания



ОПОВЕЩЕНИЕ О ПОЖАРЕ

своевременная подача сигнала тревоги на операторский пост



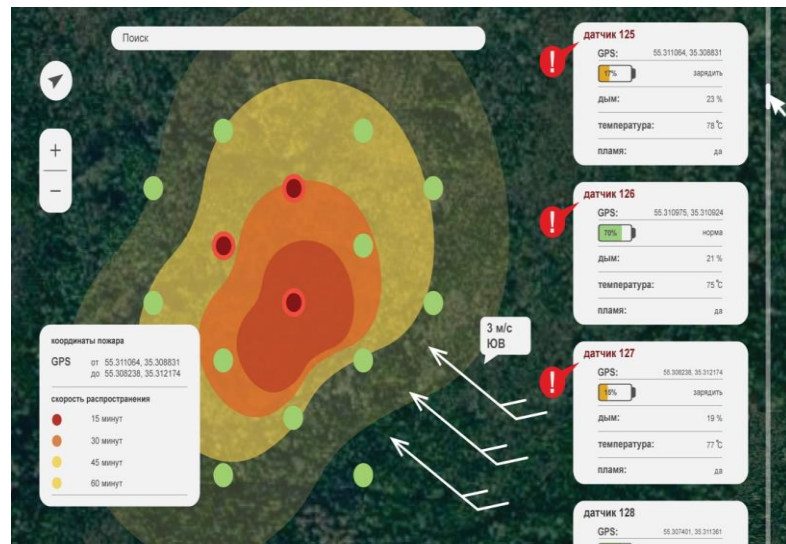
МОНИТОРИНГ ПОЖАРА

по данным группы ОУ в режиме реального времени



ПРОГНОЗ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПОЖАРА

построение прогнозной модели развития пожара с учетом трекинг-анализа данных мониторинга, факторов внешней среды и других дополнительных данных по региону





Оборудование и технологии ОКОНЕЧНЫЕ УСТРОЙСТВА

датчики, блок управления и связи собраны в единое устройство в защищенном корпусе, основной блок питания внешний, аварийная батарея внутри корпуса

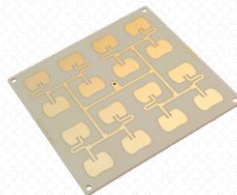


ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Брокер запросов аутентифицирует датчики и осуществляет надёжную доставку сообщений от датчиков соответствующим серверам приложений.

Сервер приложений реализует бизнес-функции, обеспечивающие работу сервиса.

Система управления объединяет набор датчиков и серверов приложений в сервис.



ДАТЧИК ТЕМПЕРАТУРЫ

- температура срабатывания: 70°C;
- габариты: 30×60 мм; вес: 30 г.

ИК-ДАТЧИК ПЛАМЕНИ

- электропитание: 7,5-10 В, DC;
- габариты: 32×14 мм; вес: 12 г.

ДАТЧИК КОНЦЕНТРАЦИИ АЭРОЗОЛЬНЫХ ЧАСТИЦ

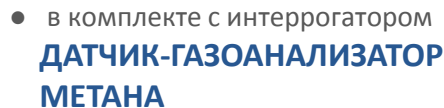
- размер аэрозольных частиц: 2,5 мкр;
- точность измерения: $\pm 0,8$ мг/м³;
- габариты: 250×250 мм; вес: 320 г.

ДАТЧИК КОНЦЕНТРАЦИИ ГОРЮЧИХ ГАЗОВ

- концентрация недоокисленных газов в атмосфере: от 15 %;
- габариты: 170×170 мм; вес: 40 г.

МИКРОПОСКОВАЯ АНТЕННА

- рабочая частота: 860 МГц;
- габариты: 30×60 мм; вес: 30 г.



- диапазон измерений: 10 ppm – 500 ppm
- рабочая температура: от -10 °C до +45 °C
- напряжение питания: 2.5-5 В
- потребляемый ток: до 180 мА
- габариты: 32 × 20 × 21 мм



- Напряжение питания: 3,3-5V (DC);
- 16 бит АЦП, 16 бит вывод данных;
- диапазон: $\pm 2 \pm 4 \pm 8 \pm 16$ г;
- Связь с контроллером по протоколу IIC
- габариты: 15×20 мм; вес: 5 г.



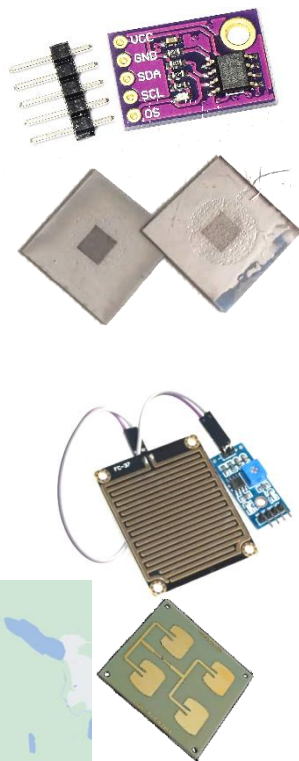
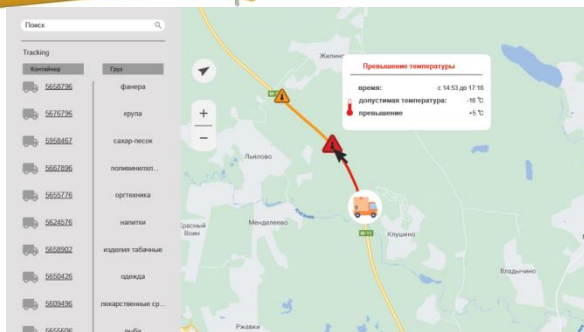
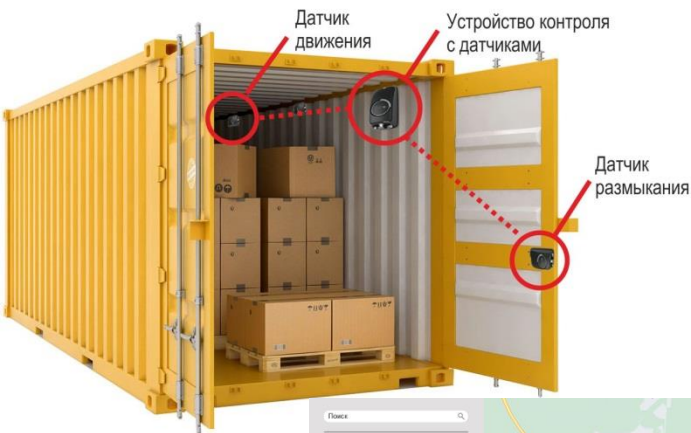
- допустимое ток/напряжение: 2 мА/12 В;
- сопротивление вкл/выкл: <10 Ом, >10 МОм
- время срабатывания: 2 мс
- рабочая температура: до 100°C
- габариты: 40×30×30 мм; вес: 20 г.





Оборудование и технологии

блок управления, связи и блок питания собраны в единое устройство в защищенном корпусе, закрепляемом внутри контейнера, датчики размещены по контейнеру в зонах мониторинга



ДАТЧИК ТЕМПЕРАТУРЫ

- диапазон измерений: -50 до +80°C;
- точность измерения: $\pm 0,5$ (от +5 до +40 °C), $\pm 1,5$ (от -40 до +60 °C);
- энергопотребление: 0,05 Вт;
- габариты: 20×30×5 мм; вес: 25 г.

АКСЕЛЕРОМЕТР

- частотный диапазон: 0-500 Гц;
- макс. пиковое ускорение: 50 g;
- динамический диапазон: 80 дБ;
- температурный диапазон: -40 до +60 °C;
- энергопотребление: 0,75 Вт;
- габариты: 40×30×30 мм; вес: 70 г.

ДАТЧИК ВЛАЖНОСТИ

- диапазон измерений: Отн. влажность от 5% до 95% RH, без конденсата;
- точность измерения: ± 2 от 10% до 90% при 25°C, ± 3 от 5% до 95% RH при 25°C.
- температурный диапазон: -50 до +50 °C;
- габариты: 40×30×30 мм; вес: 20 г.

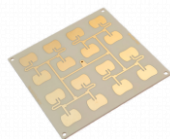
МИКРОПОСКОВАЯ АНТЕННА

- рабочая частота: 860 МГц;
- габариты: 30×60 мм; вес: 30 г.



Оборудование и технологии ОКОНЕЧНЫЕ УСТРОЙСТВА

Блок управления и связи с группой датчиков и метеостанцией размещается в центре мониторинга, удаленные автономные группы датчиков распределены по зонам и точкам мониторинга.



МЕТЕОСТАНЦИЯ

- комплексные измерения: направление и скорость ветра, дождемер, температура и влажность воздуха, атмосферное давление

ДАТЧИК ВЛАЖНОСТИ ПОЧВЫ

- диапазон измерений: 0-100 м³/м³;
- точность: ± 2%, класс защиты: IP68;
- электропитание: 5 В DC;
- рабочая температура: -40 ~ 60°C;
- габаритные размеры: 48x22x12,6 мм

ДАТЧИК pH ПОЧВЫ

- диапазон измерений: 0-14 pH;
- точность: 0,01 pH, стабильность: 0,02 pH/24ч;
- электропитание: 5 В DC;
- рабочая температура: -40 ~ 80°C;
- класс защиты: IP65;
- габаритные размеры: 160x28 мм

ДАТЧИК ЭЛЕКТРОПРОВОДИМОСТИ ПОЧВЫ

- электропитание: 6 мА 24 В DC;
- диапазон проводимости: 0-20000us/cm
- точность: ± 5%, класс защиты: IP68;
- рабочая температура: -40 ~ 85°C;
- габаритные размеры: 45x15x145 мм

МИКРОПОСКОВАЯ АНТЕННА

- рабочая частота: 860 МГц;
- габариты: 30x60 мм; вес: 30 г.

БЛАГОДАРЮ ЗА ВНИМАНИЕ !

