

Спутниковый радиомониторинг и поиск помех спутниковым радиослужбам

Кизима Станислав Васильевич
Эксперт МСЭ, доктор технических наук

Объекты спутникового радиомониторинга

По состоянию на 09.2014

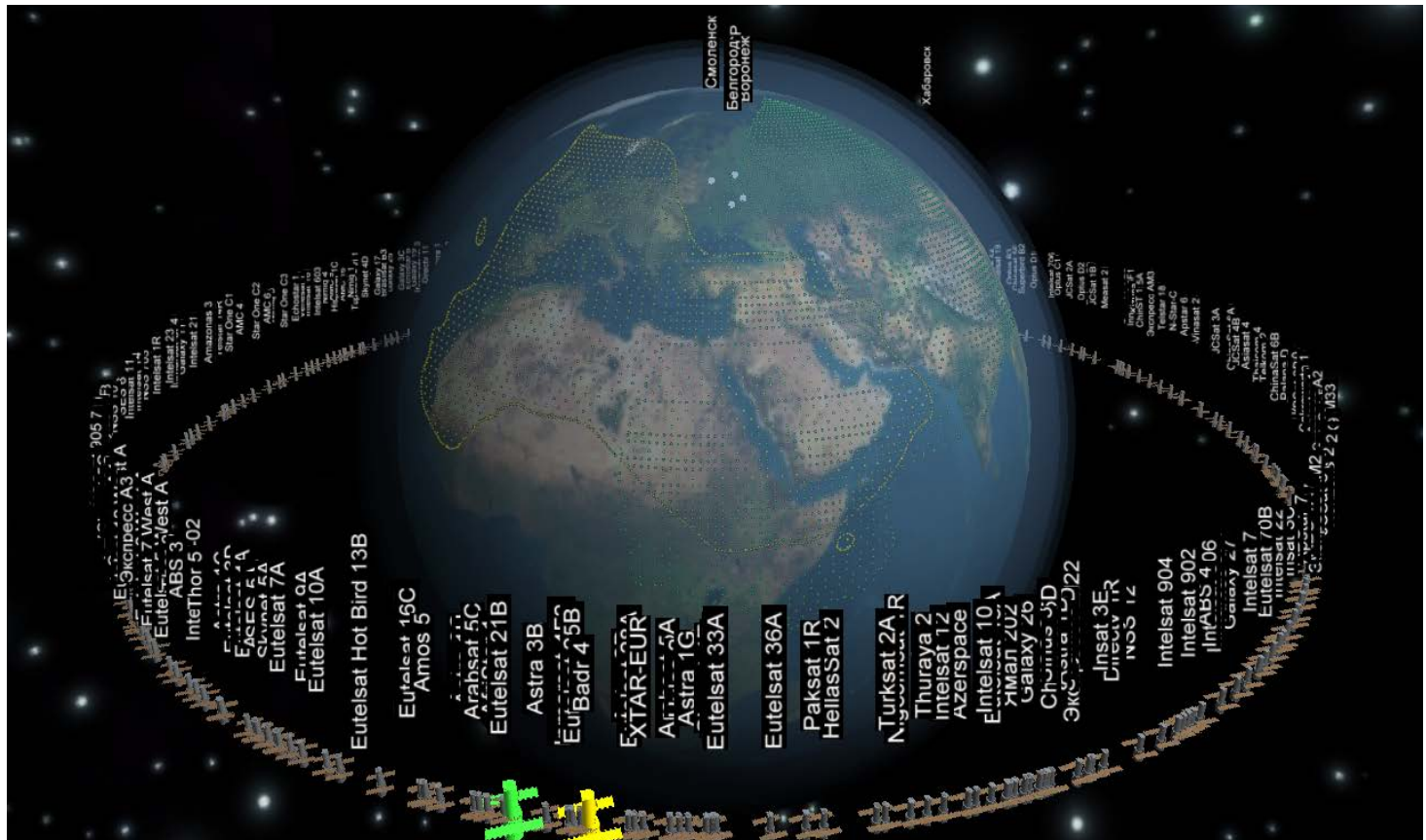
В БД Системы спутникового радиомониторинга РФ данные о:

- 494 действующих и планируемых к вводу

в эксплуатацию КА на ГСО

из них: - активных - 335

Экран
АИК ПСРК РФ



Цели спутникового радиомониторинга

- **Контроль соблюдения установленных правил и норм использования орбитально-частотного ресурса**
- **Обеспечение Администрации связи и других потребителей достоверными данными о реальном состоянии использования орбитально-частотного ресурса**
- **Обеспечение международно-правовой защиты орбитально-частотного ресурса**

Задачи спутникового радиомониторинга

- оценка соответствия параметров излучений радиоэлектронных средств КА и ЗССС нормам разрешительных документов на использование ОЧР
- определение не разрешенных для использования радиоэлектронных средств
- выявление источников радиопомех в полосах радиочастот спутниковых радиослужб
- измерения в интересах обеспечения международно-правовой защиты присвоений (назначений) радиочастот или радиочастотных каналов радиоэлектронным средствам спутниковых служб радиосвязи

Нормативно-правовая основа спутникового радиомониторинга в РФ

Федеральный закон «О связи»

Принят Государственной
Думой РФ 11 июня 2003 г.



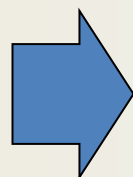
Статья 25. Контроль за излучениями РЭС и ВЧУ

Радиоконтроль за РЭС гражданского назначения осуществляется радиочастотной службой

Порядок осуществления радиоконтроля определяется Правительством РФ

Положение о радиочастотной службе

Постановление
Правительства РФ
от 14 мая 2014 г. № 434

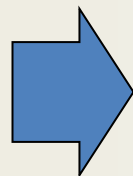


Функции, полномочия и права радиочастотной службы

- Осуществление радиоконтроля
- Организация и выполнение работ по измерению электромагнитных полей с целью определения зон обслуживания РЭС
- Проведение измерений, относящихся к использованию радиочастот
- Проведение работ по изысканию новых радиочастотных каналов и разработке радиочастотного спектра и орбитальных позиций спутников для целей теле и радиовещания

Правила осуществления радиоконтроля в РФ

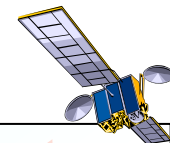
Утв. Постановлением
Правительства РФ
от 1 апреля 2005 г. № 175



Технические комплексы радиоконтроля входят в состав

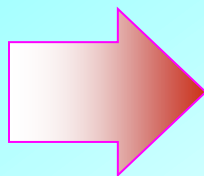
- Подсистемы контроля излучений РЭС до ВЧ включительно,
- Подсистемы контроля излучений РЭС исп. иные диапазоны радиочастот
- Подсистемы контроля излучений РЭС спутниковых служб радиосвязи

Создание системы спутникового радиомониторинга в РФ



Решение ГКРЧ

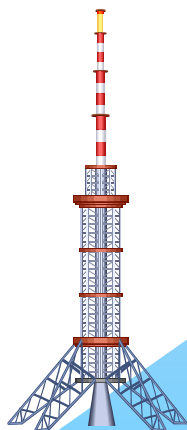
от 24.01.2001 № 15/2



О создании в Российской Федерации системы контроля за использованием орбитально-частотного ресурса РЭС спутниковых радиослужб

РЕШЕНИЕ

1. Признать целесообразным создание в РФ системы радиоконтроля за использованием орбитально-частотного ресурса
2. Поручить Минсвязи разработать Программу первоочередных работ по созданию подсистемы спутникового радиоконтроля
3. Поручить Минобороны и Минсвязи разработать предложения о порядке взаимодействия подсистем спутникового РК специального и гражданского назначения
4. Поручить Минсвязи, Минобороны с привлечением др. организаций разработать и представить на утверждение ГКРЧ Концепцию развития в РФ системы РК за использованием ОЧР радиоэлектронными средствами спутниковых служб с учетом ее интеграции с аналогичными зарубежными системами



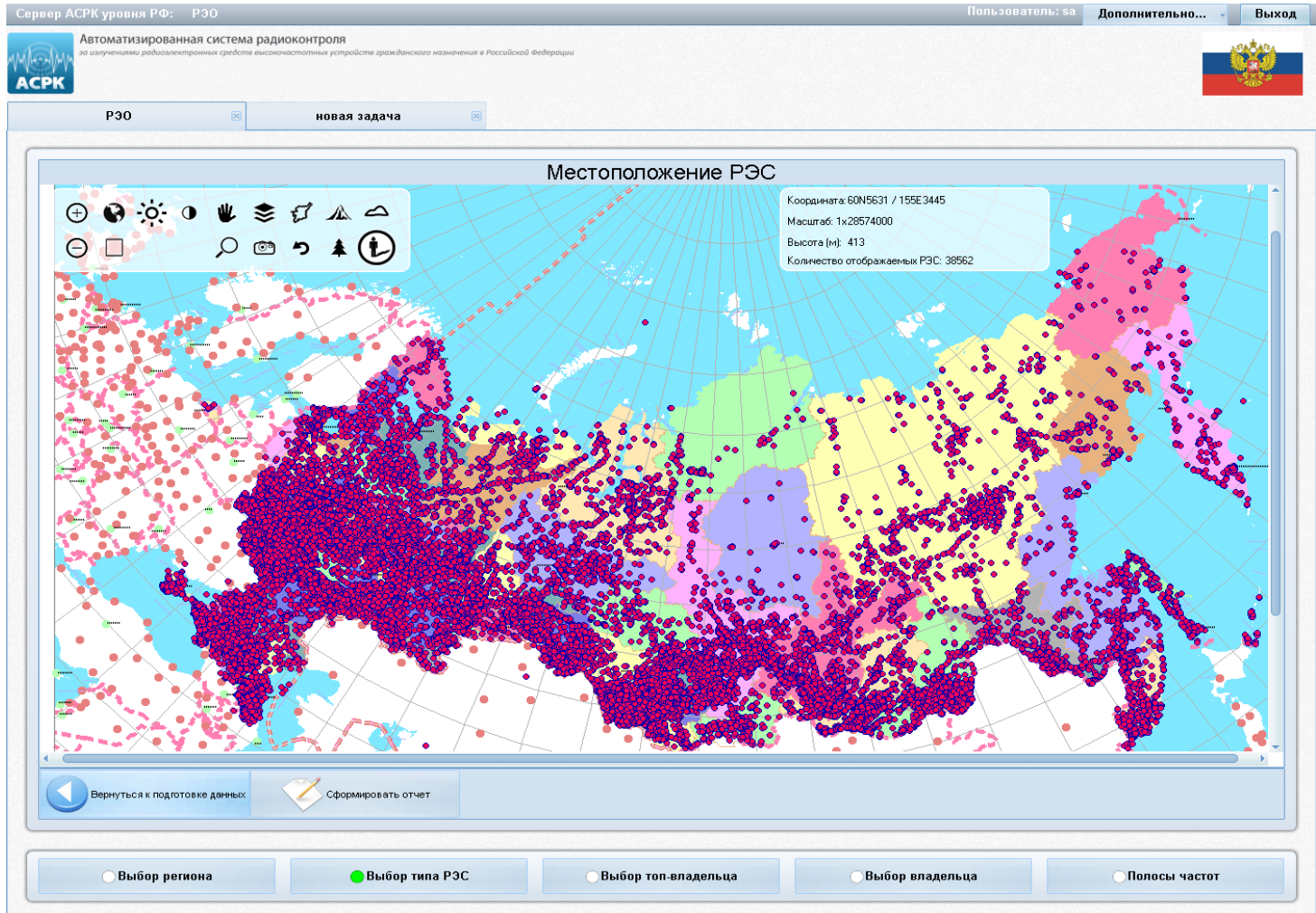
Объекты спутникового радиомониторинга

По состоянию на 09.2014

Стационарные ЗССС в РФ:

- действующие - 38 562
- зарегистрированные - 58 496

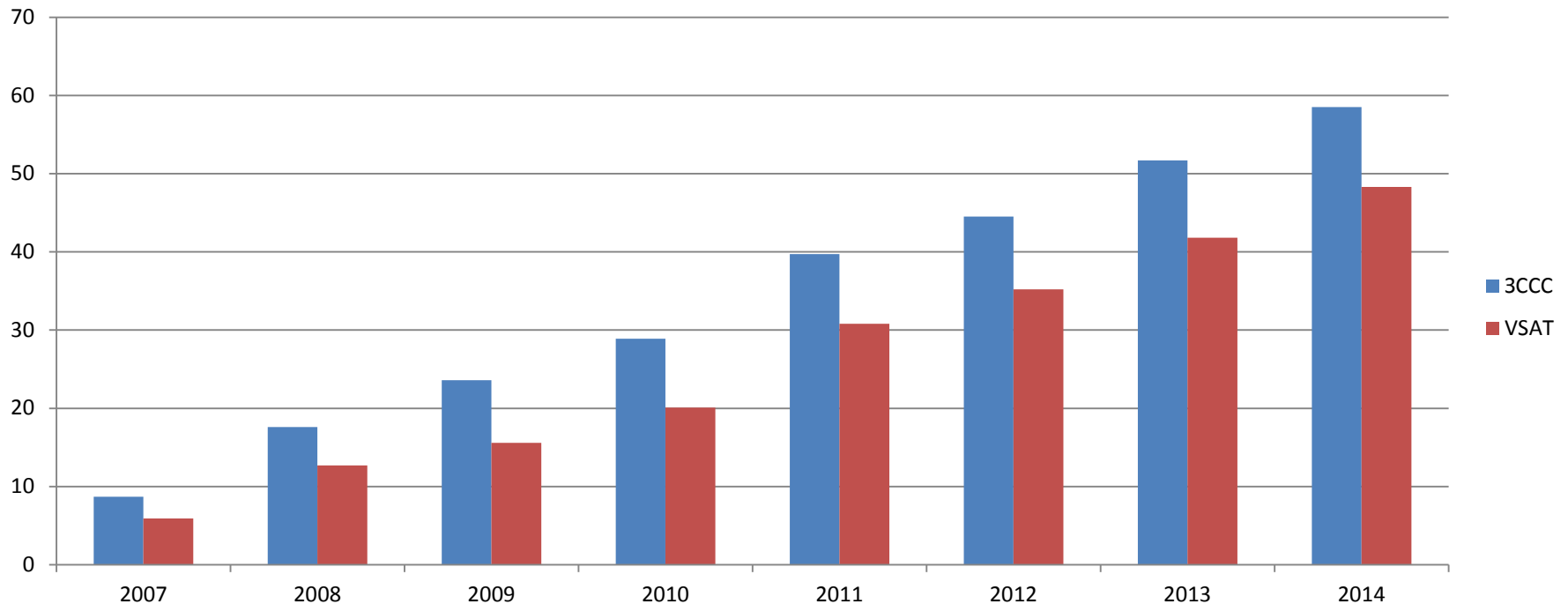
Экран
АСРК-РФ



Динамика роста ЗССС в РФ

По данным Федеральной базы данных (ФАИС)
количество ЗССС в тысячах единиц:

Категория РЭС	Декабрь 2007	Декабрь 2008	Декабрь 2009	Декабрь 2010	Декабрь 2011	Декабрь 2012	Декабрь 2013	Август 2014
ЗССС	8,7	17,6	23,6	28,9	39,7	44,5	51,7	58,5
VSAT	5,9	12,7	15,6	20,1	30,8	35,2	41,8	48,3

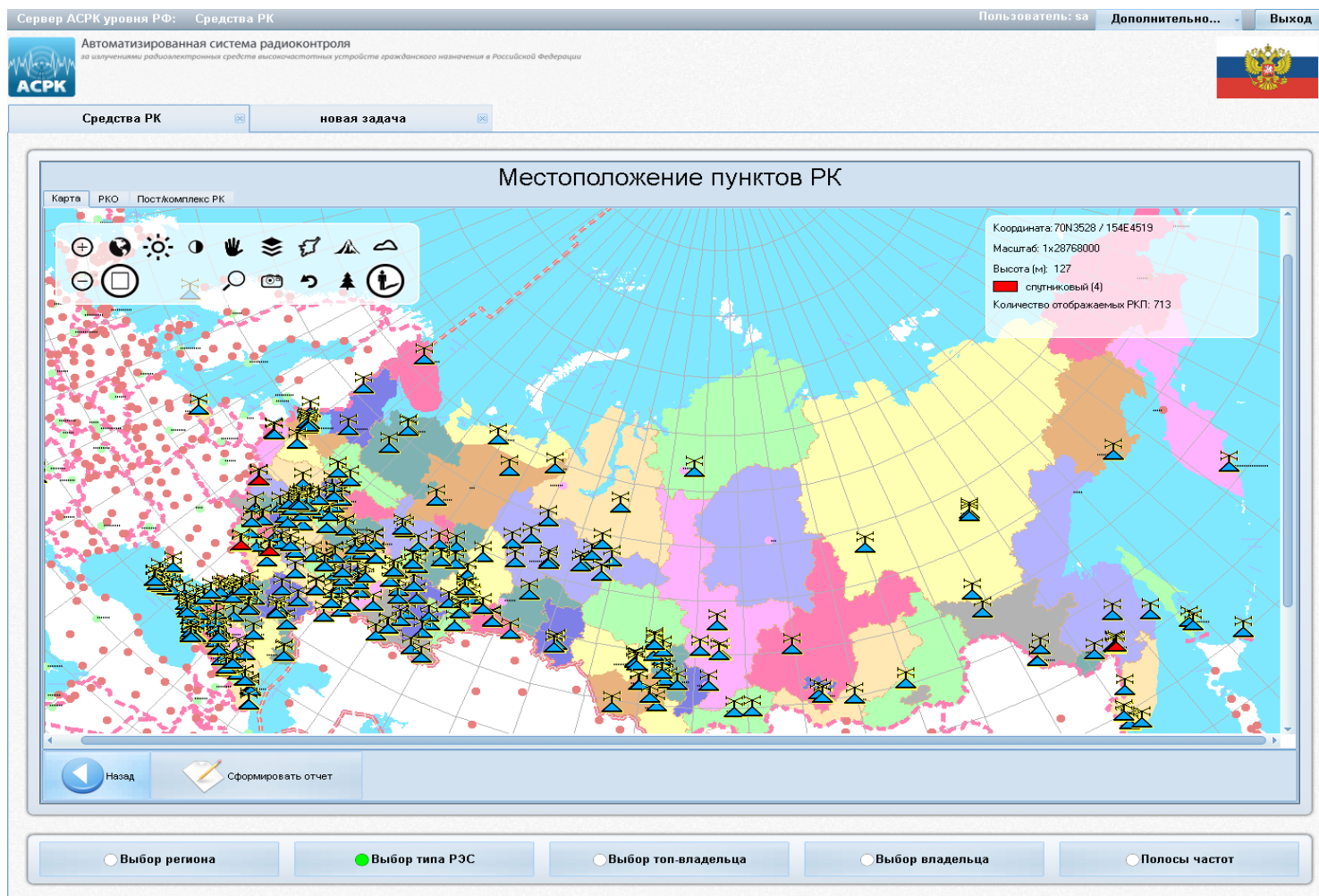


Системы радиомониторинга

Подсистемы радиомониторинга:

- До 30 МГц
- Свыше 30 МГц
- Спутникового радиомониторинга

Экран
АСРК-РФ



Станции спутникового радиомониторинга



Белгород



Смоленск



Воронеж

Разработчик – ФГУП РНИИРС, ООО СТЦ, НПФ «Радиан-М»

Антенны - двухзеркальные 12 м, однозеркальная 3,5 м

Диапазон частот – С, Ки и Ка (3,4-4,2 ГГц, 10,7-12,75 ГГц и 17,7-21,7 ГГц), полоса одновременного обзора до 110 МГц, Скорость сканирования до 1 ГГц/с;

Поляризация принимаемых сигналов - ортогональные круговая и линейная

Измерения несущей частоты сигнала, ширины полосы сигнала, отношения сигнал/шум, плотности потока мощности

Определение вида модуляции, вида помехоустойчивого кодирования и типа скремблера, тактовой и информационной скоростей

Определение типа используемой аппаратуры VSAT (производства компаний Viasat, Gilat, Hughes, iDirect, Nec);

Определение состава VSAT сетей, IP и MAC адресов их абонентов

Геолокация - по «зеркальному» спутнику и по IP- адресам

Запись ТВ и РВ спутникового контента

Станции спутникового радиомониторинга



Хабаровск

Разработчик – ФГУП РНИИРС

Диаметр антенны - 7 м

Тип исполнения – двухзеркальная (Кассегрена)

Диапазон частот – С и Ku (3,4-4,2 ГГц и 10,95-12,75 ГГц)

Поляризация принимаемых сигналов:
диапазон С - ортогональная круговая,
ортогональная линейная.
диапазон Ku - ортогональная линейная

Сектор вращения антенны:

по азимуту - $\pm 90^\circ$;

по углу места - от $0,5^\circ$ до 80° ;

Измерения:

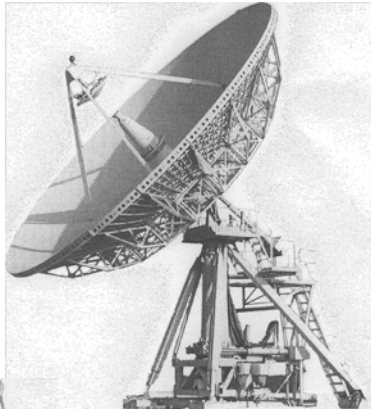
несущей частоты сигнала;

ширины полосы сигнала;

отношения сигнал/шум;

плотности потока мощности.

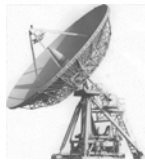
Станции спутникового радиомониторинга



12м



7м



3,5м

Новосибирск

Разработчик – ФГУП РНИИРС, ЛОНИИИР

Антенные системы :

2 системы 12м, С-, X-, Ku-диапазонов, поляризаций H, V, CL, CR, автосопровождение

2 системы 7 м, L-, Ku-диапазонов, поляризаций H, V, CL, CR, автосопровождение

2 системы 3,5м, S-, Ka-диапазонов, поляризаций H, V, CL, CR, автосопровождение

Тип исполнения – двухзеркальная (Кассегрена)

Анализ сигналов и сетей - аппаратный блок ЛОНИИИР

Измерения:

несущей частоты сигнала;

ширины полосы сигнала;

отношения сигнал/шум;

плотности потока мощности.

Геолокация и измерения эфемерид Zodiac Data Systems

Мобильные комплексы спутникового радиомониторинга

ТТХ радиомониторинга линии «космос-земля»

Антенная система: однозеркальная офсетная, диаметром – 1,5 м

Диапазон рабочих частот: L (1,4-1,75 ГГц), С (3,4-4,2 ГГц), Ku (10,7-12,75 ГГц) и Ka (17,7-22 ГГц)

Поляризация принимаемых сигналов: круговая и линейная во всех диапазонах частот

ТТХ радиомониторинга линии «земля-космос»

Антенные системы: комплект рупорных антенн под радиопрозрачным куполом на крыше автомобиля, рупорная антенна на мачте

Диапазон рабочих частот: 104-176, 400-40000 МГц.

Поляризация принимаемых сигналов: линейная вертикальная

Одновременный прием сигнала ЗССС и КА

Инструментальная оценка основных параметров излучений (центральная частота, занимаемая полоса частот, вид модуляции)

Оценка ЭМО в местах размещения ЗССС

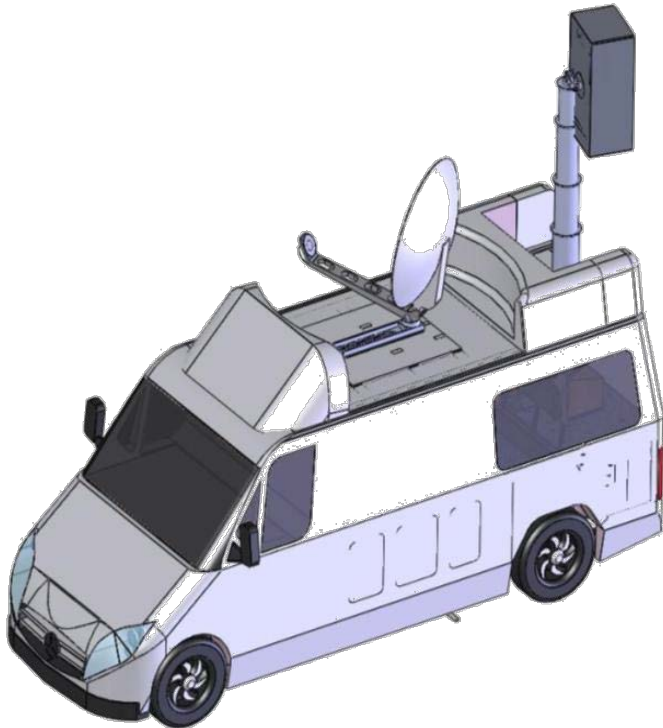
Оценка качества приема спутниковых сигналов, в т.ч. ТВ и РВ

Выявление наличия помехи под сигналом и определение направления прихода (воздействие по земле или через КА)

Локализация источника помех по земле

Классификация помеховых сигналов от РРЛ в совмещенных полосах часто;

Запись ТВ и РВ спутникового контент.



Станции спутникового радиомониторинга

Решаемые задачи

Автоматическое наведение на КА и настройка приемного тракта

- База данных параметров КА
- Поляризация – круговая, линейная
- Подстройка угла линейной поляризации
- Настройка измерительных каналов

Технический анализ

- Определение вида модуляции
- Определение тактовой и информационной скоростей
- Определение вида помехоустойчивого кодирования
- Определение вида скремблера

Измерения и инструментальная оценка параметров сигналов

- Автоматический поиск и распознавание сигналов в заданной полосе частот – радиосканер
- Работа с выделенными сигналами :
- Определение несущей частоты
- Определение ширины полосы частот на заданном уровне
- Определение отношения с/ш

Информационный анализ

- Определение типа используемой аппаратуры (Viasat, Gilat, Hughes, iDirect, Nec)
- Идентификация VSAT сетей
- Определение типа турбокодов
- Выделение IP и MAC адресов
- Геолокация по «зеркальному спутнику» и по IP- адресам

Возможности подсистемы спутникового РК

Орбитальные позиции
отечественных КА

Орбитальные позиции
иностраных КА

Станции спутникового
РК РЧЦ ЦФО

Станция спутникового
РК РЧЦ ДФО

182 (169/12)

Зона радиовидимости станций РЧЦ ЦФО
от 35° з.д. до 105° в.д.

г. Смоленск - от 35° з.д. до 90° в.д.

г. Белгород - от 31° з.д. до 96° в.д.

г. Воронеж - от 23° з.д. до 105° в.д.

Общее число КА – 128, в т.ч. 12 КА РФ

Диапазоны частот: С-, Ку-, Ка

Зона радиовидимости станции РЧЦ ДФО
г. Хабаровск - от 64° в.д. до 165° з.д.

Общее число КА – 84, в т.ч. 7 КА РФ

Диапазоны частот: С-, Ку-

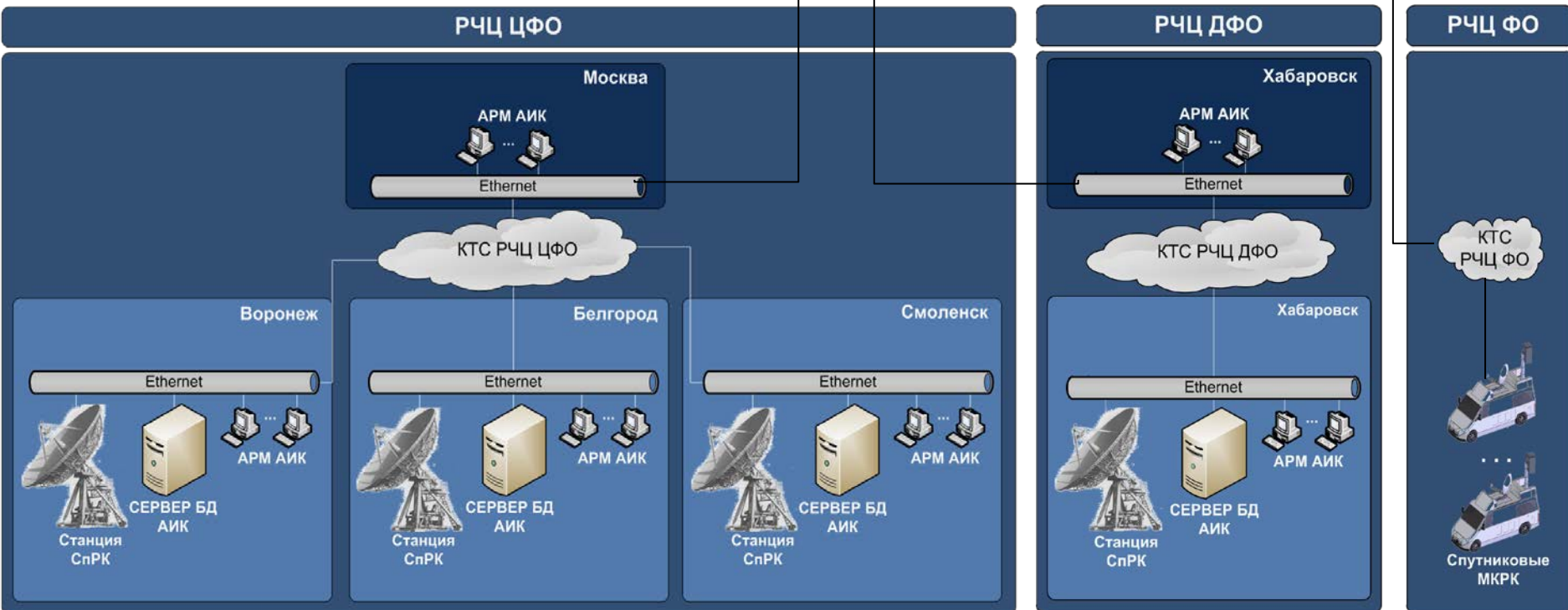
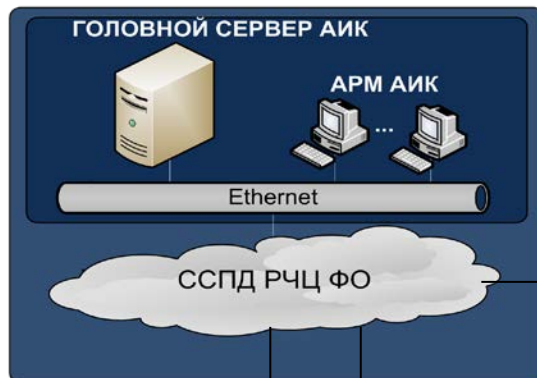
Типовые элементы Системы управления распределенными разнотипными станциями спутникового радиомониторинга АИК ПСРК



Единая система управления распределенными станциями спутникового радиомониторинга АИК ПСРК

Состав АИК ПСРК

- Головной сервер АИК - 1
- Сервера измерений СтРм - 4
- АРМ пользователей АИК - 26
- Станций СпРм :
 - стационарных - 4
 - Мобильных - 2



Система управления распределенными станциями спутникового радиомониторинга АИК ПСРК

Информационные ресурсы

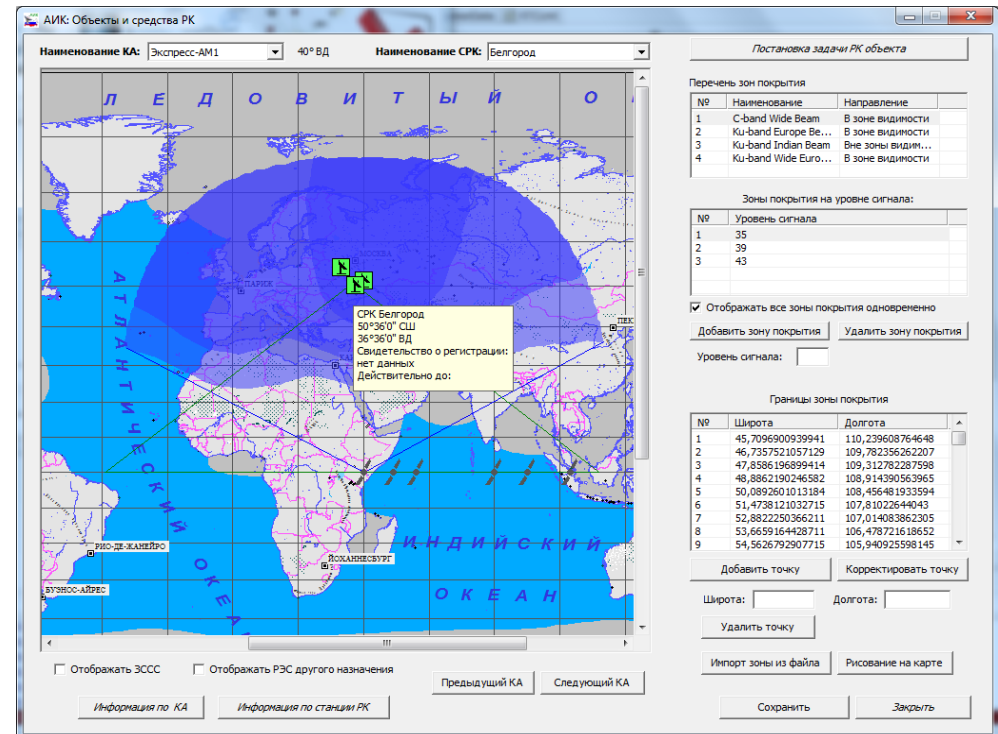
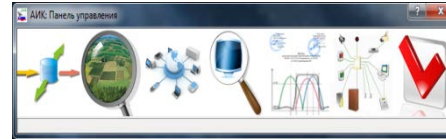
- ❑ Данные по составу спутниковой группировки, включающий частотно-поляризационные и территориальные планы как отечественных так и зарубежных космических аппаратов
- ❑ Данные и технические характеристики стационарных и подвижных земных станций спутниковой связи, работающих на территории РФ и земных станций спутниковой связи, размещаемых за её пределами, использующих подлежащие мониторингу космические аппараты
- ❑ Данные нормативной документации, регламентирующей использование орбитально-частотного ресурса

АИК ПСРК. База данных космических аппаратов

Клиентское средство. Геоинформационная система АИК ПСРК

Решаемые задачи:

- Просмотр состава орбитальной группировки
- Просмотр зон покрытия ретрансляторов космических аппаратов
- Просмотр состава и зон доступности станций спутникового радиоконтроля
- Анализ взаимного положения ЗССС и РЭС-потенциальных источников помех



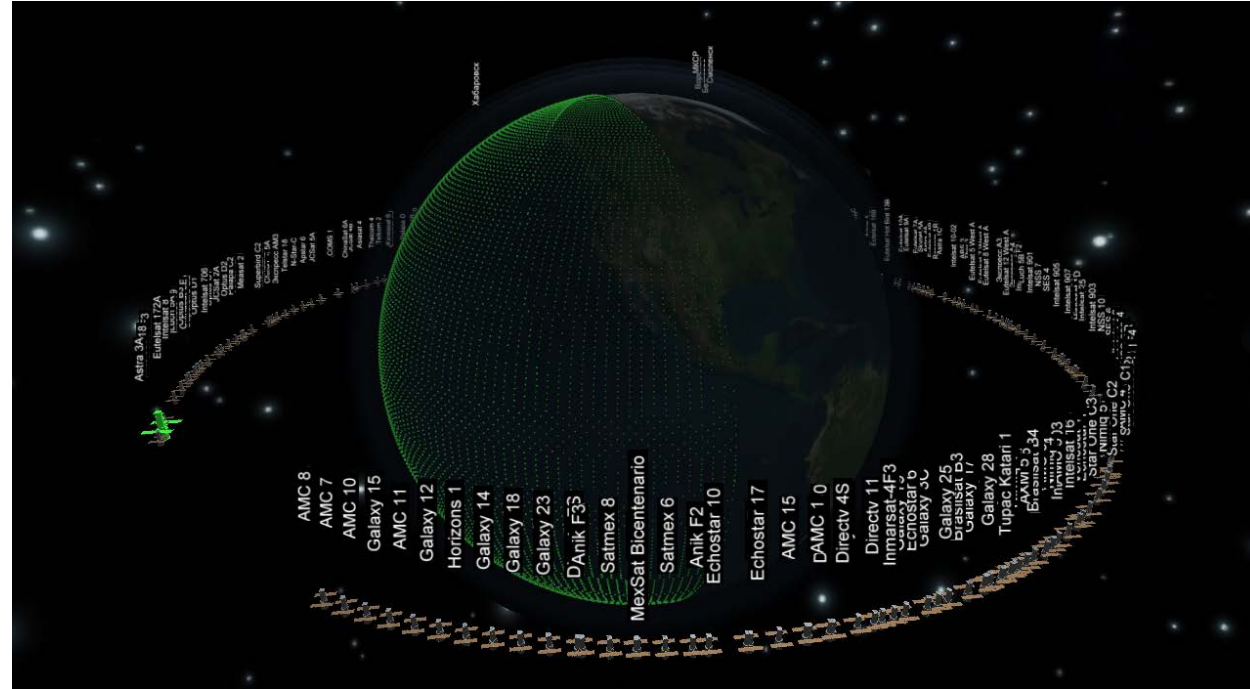
АИК ПСРК

Космические аппараты

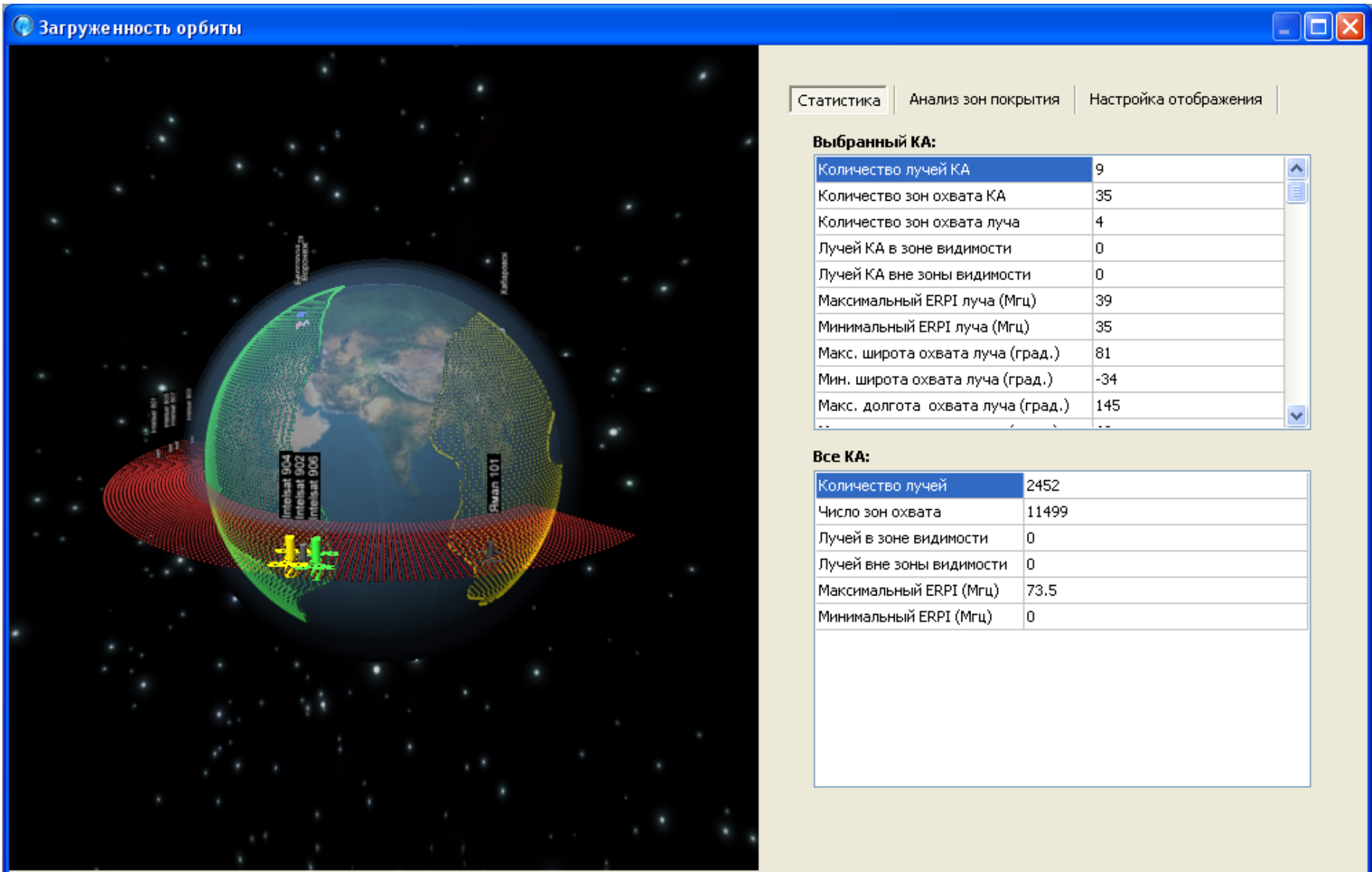


АИК ПСРК

Зоны действия КА



АИК ПСРК. Зона радиовидимости станции спутникового радиомониторинга

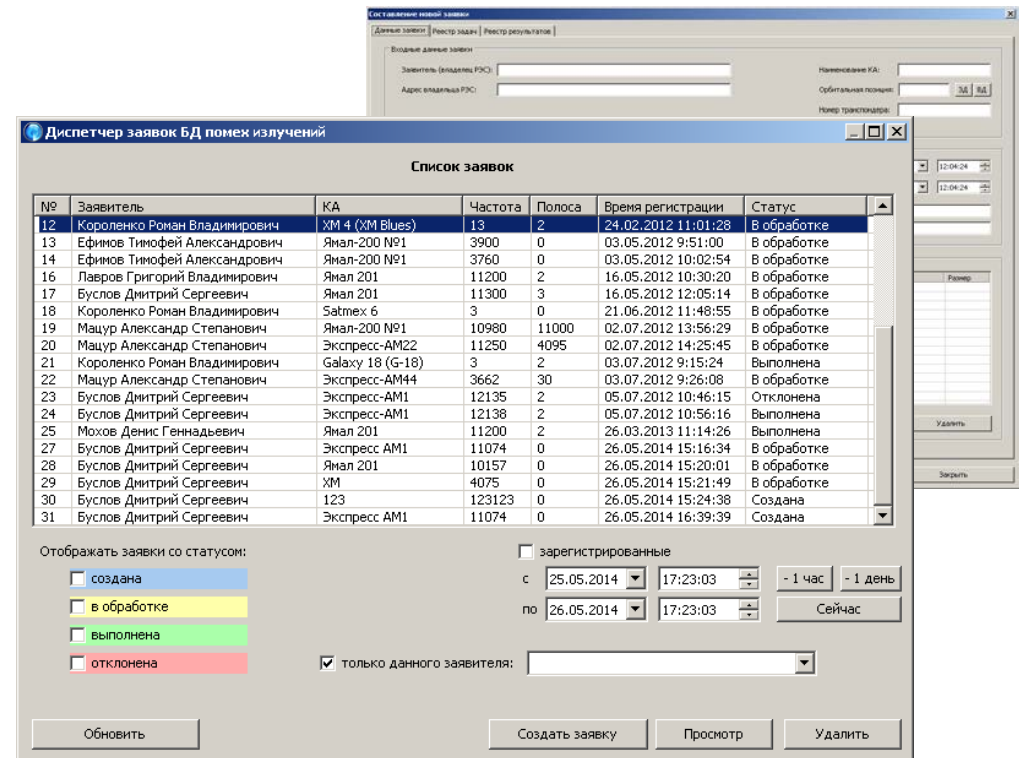
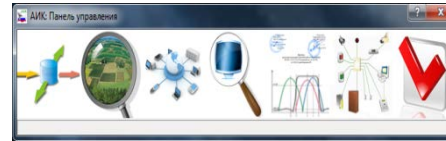


АИК ПСРК. База данных учета помех

Клиентское средство. Единый интерфейс учета помех

Решаемые задачи:

- Полное параметрическое описание помех
- Единый интерфейс ввода заявок на поиск помех
- Интерфейс оценки взаимного положения ЗССС и РЭС-потенциальных источников помех
- Интерфейс ввода данных о параметрах помеховых воздействий, проведенных измерениях и мероприятиях и результатах поиска и устранения помех



№	Заявитель	КА	Частота	Полоса	Время регистрации	Статус
12	Короленко Роман Владимирович	УМ 4 (УМ Blues)	13	2	24.02.2012 11:01:28	В обработке
13	Ефинов Тимофей Александрович	Янал-200 №1	3900	0	03.05.2012 9:51:00	В обработке
14	Ефинов Тимофей Александрович	Янал-200 №1	3760	0	03.05.2012 10:02:54	В обработке
16	Лавров Григорий Владимирович	Янал 201	11200	2	16.05.2012 10:30:20	В обработке
17	Буслов Дмитрий Сергеевич	Янал 201	11300	3	16.05.2012 12:05:14	В обработке
18	Короленко Роман Владимирович	Salmex 6	3	0	21.06.2012 11:48:55	В обработке
19	Мацур Александр Степанович	Янал-200 №1	10980	11000	02.07.2012 13:56:29	В обработке
20	Мацур Александр Степанович	Экспресс-AM22	11250	4095	02.07.2012 14:25:45	В обработке
21	Короленко Роман Владимирович	Galaxy 18 (G-18)	3	2	03.07.2012 9:15:24	Выполнена
22	Мацур Александр Степанович	Экспресс-AM44	3662	30	03.07.2012 9:26:08	В обработке
23	Буслов Дмитрий Сергеевич	Экспресс-AM1	12135	2	05.07.2012 10:46:15	Отклонена
24	Буслов Дмитрий Сергеевич	Экспресс-AM1	12138	2	05.07.2012 10:56:16	Выполнена
25	Мохов Денис Геннадьевич	Янал 201	11200	2	26.03.2013 11:14:26	Выполнена
27	Буслов Дмитрий Сергеевич	Экспресс AM1	11074	0	26.05.2014 15:16:34	В обработке
28	Буслов Дмитрий Сергеевич	Янал 201	10157	0	26.05.2014 15:20:01	В обработке
29	Буслов Дмитрий Сергеевич	УМ	4075	0	26.05.2014 15:21:49	В обработке
30	Буслов Дмитрий Сергеевич	123	123123	0	26.05.2014 15:24:38	Создана
31	Буслов Дмитрий Сергеевич	Экспресс AM1	11074	0	26.05.2014 16:39:39	Создана

Система управления распределенными станциями спутникового радиомониторинга АИК ПСРК

Решаемые задачи радиомониторинга

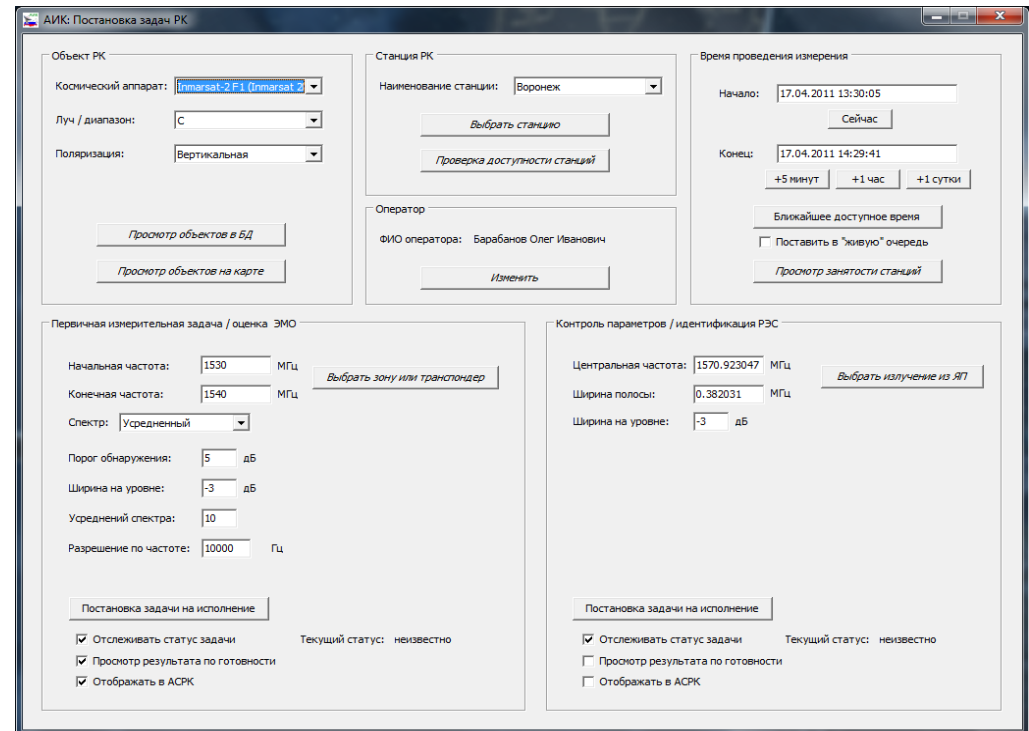
- ❑ Контроль загруженности ретрансляторов космических аппаратов, с возможностью автоматического составления частотных планов ретрансляторов
- ❑ Контроль параметров излучений отдельных земных станций спутниковой связи, работающих в режиме ретрансляции через борт космических аппаратов
- ❑ Анализ состава сетей VSAT, обеспечивающих работу земных станций спутниковой связи в совмещенной полосе частот в режиме временного разделения каналов
- ❑ Местоопределение географического положения земных станций спутниковой связи

АИК ПСРК. Единый интерфейс постановок задач радиомониторинга

Клиентское средство. Постановщик задач радиомониторинга

Решаемые задачи

- Выбор объекта мониторинга
- Выбор средства мониторинга
- Выбор времени мониторинга
- Постановка задач мониторинга на исполнение и отслеживание хода их выполнения



АИК: Постановка задач РК

Объект РК

Космический аппарат:

Луч / диапазон:

Поляризация:

Станция РК

Наименование станции:

Время проведения измерения

Начало:

Конец:

Поставить в "живую" очередь

Оператор

ФИО оператора:

Первичная измерительная задача / оценка ЭМО

Начальная частота: МГц

Конечная частота: МГц

Спектр:

Порог обнаружения: дБ

Ширина на уровне: дБ

Усредненный спектра:

Разрешение по частоте: Гц

Отслеживать статус задачи Текущий статус: неизвестно

Промотр результата по готовности

Отображать в АСРК

Контроль параметров / идентификация ЭЭС

Центральная частота: МГц

Ширина полосы: МГц

Ширина на уровне: дБ

Отслеживать статус задачи Текущий статус: неизвестно

Промотр результата по готовности

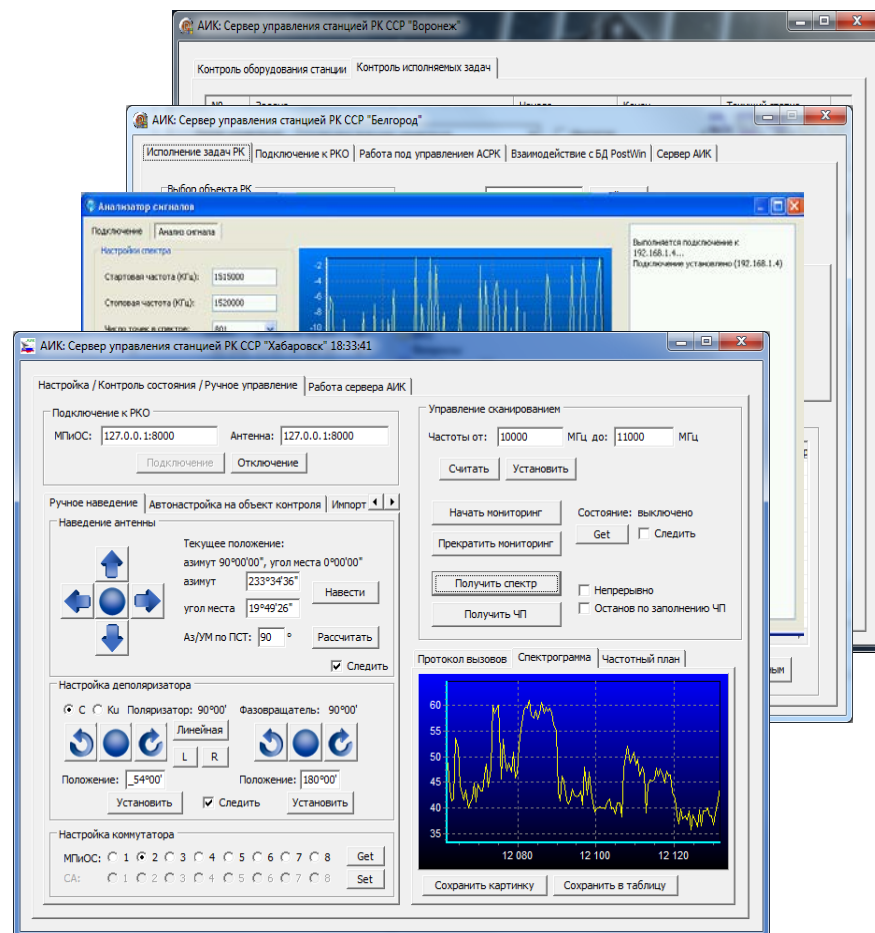
Отображать в АСРК

АИК ПСРК. Единый интерфейс решения задач радиомониторинга

Клиентское средство. Единый интерфейс управления измерениями и обработки данных мониторинга

Решаемые задачи:

- **Настройка трактов приема и обработки сигналов**
- **Составление фактических частотных планов ретрансляторов**
- **Измерение характеристик сигналов и технический анализ сигналов КА и ЗСС**
- **Демодуляция, регистрация и структурно-временной анализ сигналов**
- **Анализ работы станций, использующих передачу IP-трафика, осуществляющих управление VSAT-сетями**
- **Контроль и регистрация передач теле- и радиовещания в стандарте DVB**



Радиомониторинг сетей VSAT

Контроль работы сети VSAT (841)

Контроль работы VSAT сети | Статистика работы VSAT сети

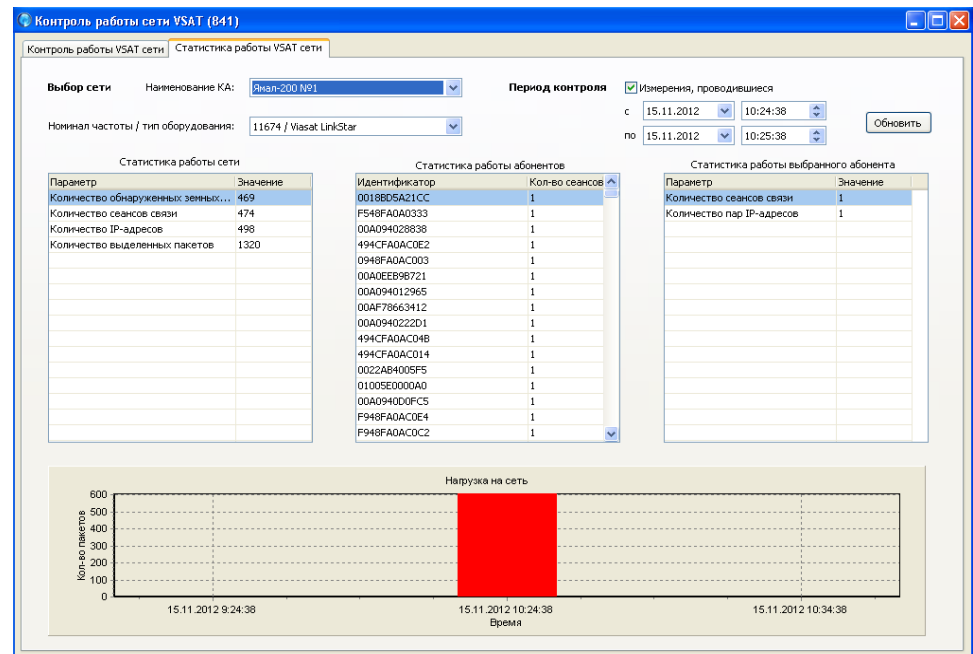
Наименование КА: **Этал-200 №1** Номинал частоты: 11674 Тип оборудования: **Viasat LinkStar**

Идентификатор	Обнаружен	Последняя активность	Адресная информация	Координаты
0018BD05A21CC	17.07.2012 16:24:44	17.07.2012 16:28:37	80.81.211.83	
F548FA0A0333	17.07.2012 16:24:44	17.07.2012 16:24:44	10.250.100.226	
00A0940228E38	17.07.2012 16:24:44	17.07.2012 16:28:04	10.250.72.249	
494CFADAC0E2	17.07.2012 16:24:44	17.07.2012 16:27:57	10.250.72.9	
0948FA0AC003	17.07.2012 16:24:44	17.07.2012 16:24:44	10.250.72.9	
00A0EEB9E721	17.07.2012 16:24:44	17.07.2012 16:24:44	10.251.161.90	
00A094012965	17.07.2012 16:24:44	17.07.2012 16:24:50	10.251.136.32	
00AF78663412	17.07.2012 16:24:44	17.07.2012 16:20:53	10.250.76.73	
00A0940222D1	17.07.2012 16:24:44	17.07.2012 16:25:37	10.250.72.46	
494CFADAC048	17.07.2012 16:24:44	17.07.2012 16:24:53	10.250.76.73	
494CFADAC014	17.07.2012 16:24:44	17.07.2012 16:27:01	10.250.76.33	
0022AB4005F5	17.07.2012 16:24:44	17.07.2012 16:25:39	02.118.144.72	
01005E0000A0	17.07.2012 16:24:44	17.07.2012 16:24:44	10.251.154.65	
00A0940C00FC5	17.07.2012 16:24:44	17.07.2012 16:24:44	10.250.120.98	
F948FA0AC0E4	17.07.2012 16:24:45	17.07.2012 16:24:45	82.118.144.72	
F948FA0AC0C2	17.07.2012 16:24:45	17.07.2012 16:24:45	80.81.210.210	
00C05C2DF438	17.07.2012 16:24:45	17.07.2012 16:25:30	10.250.72.249	
00A094023060	15.11.2012 10:25:14	17.07.2012 16:20:50	10.250.120.210	
F948FA0AC0E3	17.07.2012 16:24:45	17.07.2012 16:24:45	10.250.122.242	
00A094020E70	17.07.2012 16:24:45	17.07.2012 16:24:45	10.250.120.243	
00A0940129A6	17.07.2012 16:24:45	17.07.2012 16:25:21	10.250.16.2, 10.250.16.3	
0022AB4005F7	17.07.2012 16:24:45	17.07.2012 16:20:06	82.118.144.79	
00A094049507	17.07.2012 16:24:45	17.07.2012 16:26:38	10.250.123.146	
494CFADAC007	17.07.2012 16:24:45	17.07.2012 16:27:41	10.251.126.224	
494CFADAC0FF5C	17.07.2012 16:24:45	17.07.2012 16:24:45	80.81.214.50	
66A940D03BCF	17.07.2012 16:24:46	17.07.2012 16:24:46	10.251.119.94	
00A0940331EF	17.07.2012 16:24:46	17.07.2012 16:20:10	80.81.216.137, 80.81.216.158, 80.81.216.19, 80.81.216.33, 80.81.21...	
494CFADAC069	17.07.2012 16:24:46	17.07.2012 16:20:26	82.118.144.79	
50E19403E7A7	17.07.2012 16:24:46	17.07.2012 16:24:46	82.118.144.79	

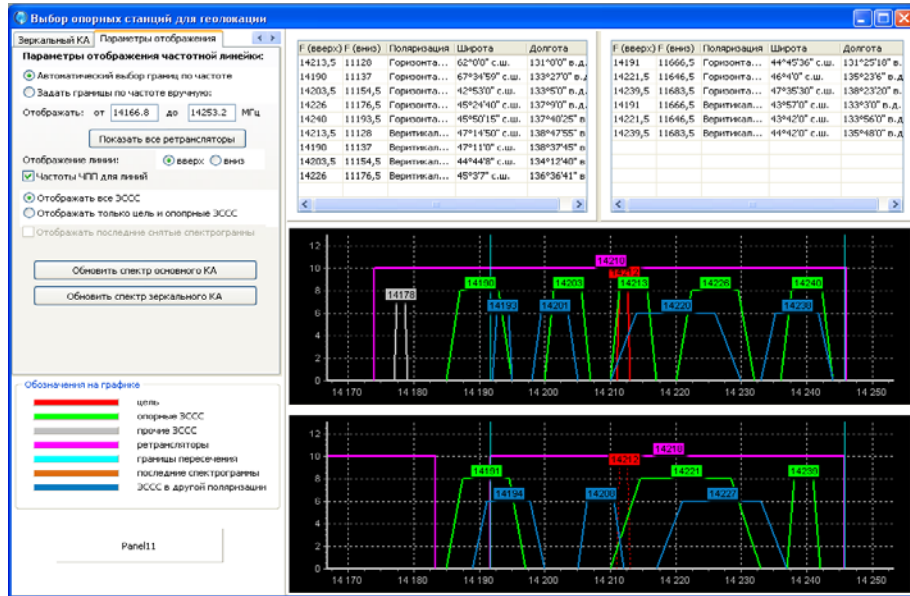
Статистика сеанса

Установление номенклатуры VSAT станций VSAT сети

Статистика работы VSAT сети



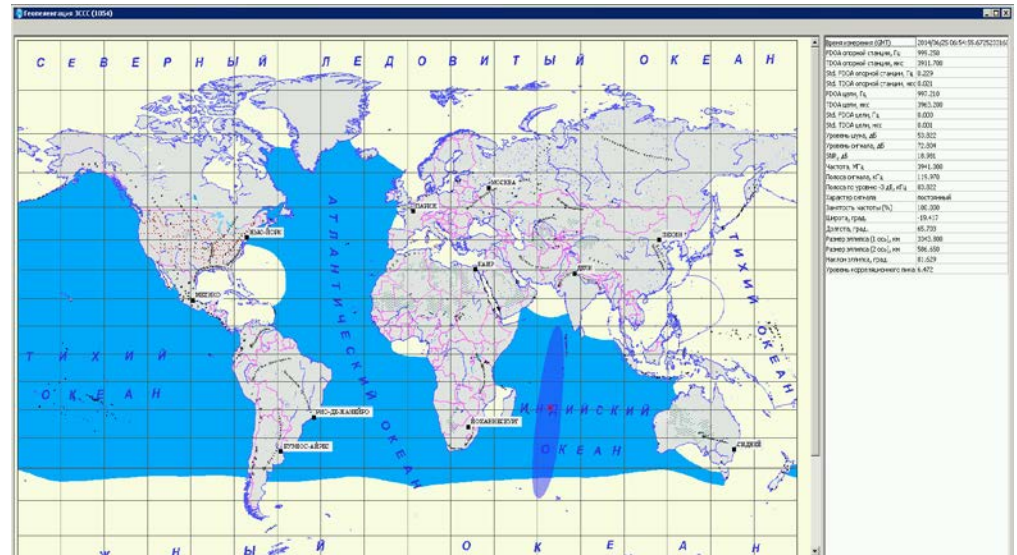
Геолокация ЗССС



Выбор опорных станций для геолокации ЗССС

метод «зеркального спутника».
Разработчик подсистемы – Zodiac Data Systems

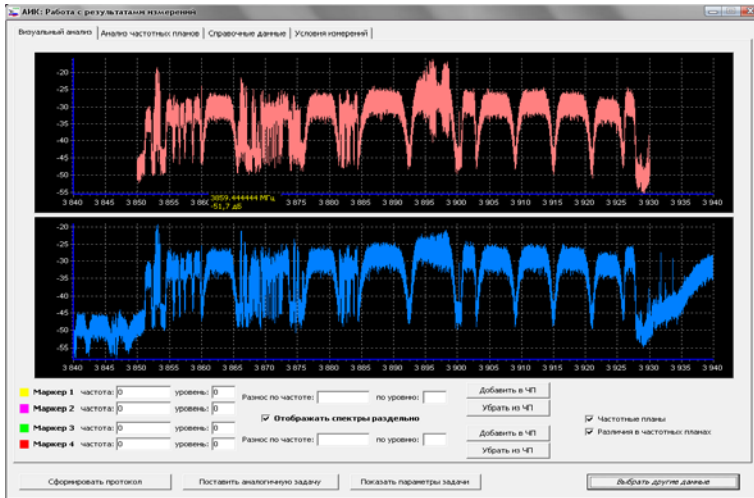
Результат
местоопределения ЗССС



Совместные измерения. Самоконтроль станций радиомониторинга

Сличение спектрограмм

Хабаровск - Смоленск

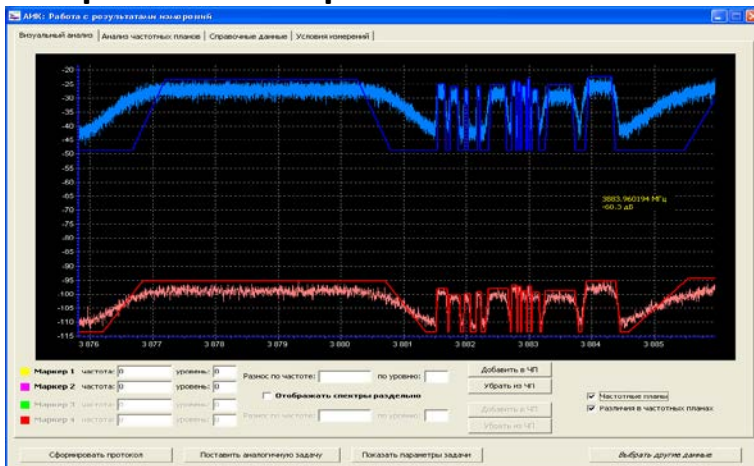


Белгород - Хабаровск

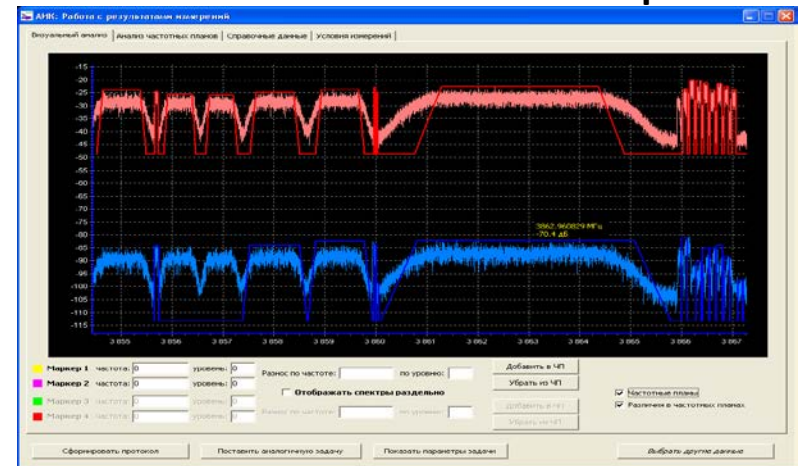


Сличение результатов обнаружения сигналов и контроля частотных планов

Воронеж - Хабаровск



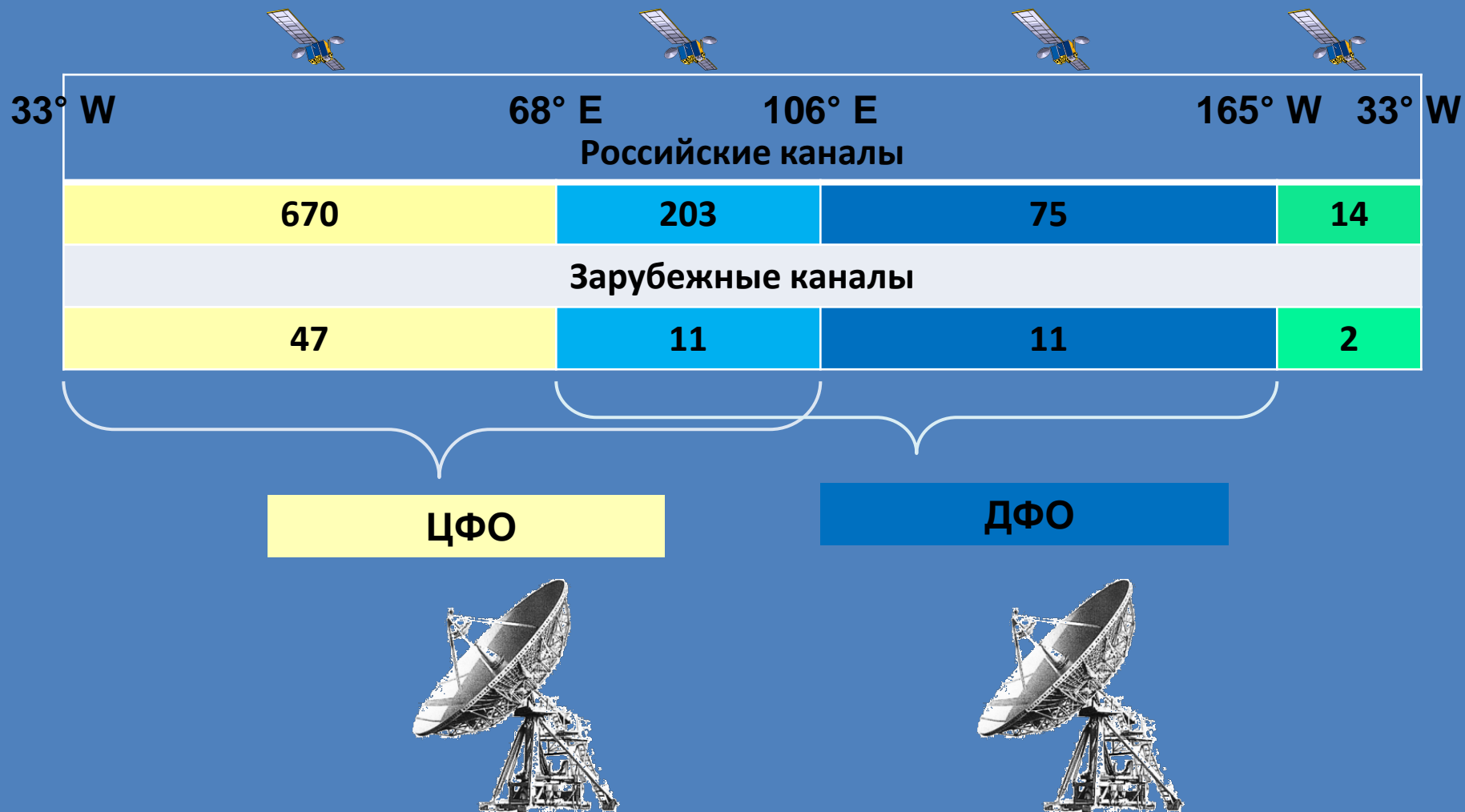
Смоленск - Хабаровск



Радиомониторинг КА

Наименование КА	Позиция	Диапазон	<u>Смоленск</u> 35°W-90°E	<u>Белгород</u> 31°W-96°E	<u>Воронеж</u> 23°W-105°E	<u>Хабаровск</u> 64°E-165°W
Express A4	14,0°W	C, Ku				
Express AM44	11,0°W	C, Ku				
Eutelsat W4 *	36,0°E	Ku				
Eutelsat W7 *	36,0°E	Ku				
Express AM1	40,0°E	C, Ku				
Africasat-1 *	46,0°E	Ku				
Yamal 202	49,0°E	C				
Express AM22	53,0°E	Ku				
Bonum 1	56,0°E	Ku				
Intelsat 904 *	60,0°E	C, Ku				
Intelsat 704 *	66,0°E	C, Ku				
ABS 1 (LMI 1) *	75,0°E	C, Ku				
ABS 1A *	75,0°E	Ku				
ABS 1B (Eutelsat W75) *	75,0°E	Ku				
Express AM2	80,0°E	Ku				
Express МД1	80,0°E	C				
Yamal 201	90,0°E	C, Ku				
Express AM33	96,5°E	C, Ku				
Express A2	103,0°E	C				
Express AM3	140,0°E	C, Ku				
Intelsat 8 *	166,0°E	C, Ku				

Доступность русскоязычных каналов спутникового ТВ для средств спутникового радиомониторинга

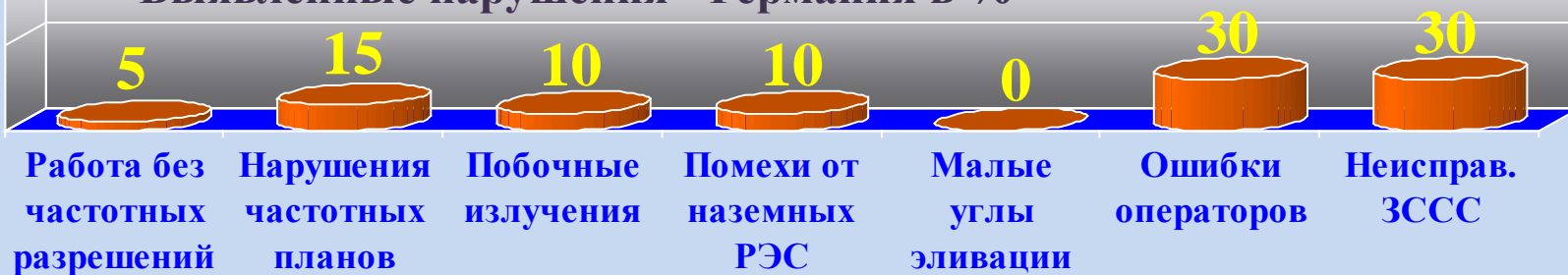


Статистика нарушений условий использования орбитально-частотного ресурса

Выявленные нарушения - Российская Федерация в %



Выявленные нарушения - Германия в %



Выявленные нарушения - Ю. Корея в %



Взаимодействие при осуществлении спутникового радиомониторинга и поиска помех

- **Сличение и синхронизация информационных ресурсов по разделам данных:**
 - Данные о нормах использования орбитально-частотного ресурса подлежащих соблюдению и контролю
 - Данные о космические аппаратах
 - Данные о спутниковых сетях
 - Данные о помехах
 - Данные о станциях спутникового мониторинга
- **Согласование электронных форматов данных информационного взаимодействия. Формирование регулярных электронных бюллетеней**
- **Публикация/декларация полных параметрических данных о помехах**



Спасибо за внимание

**Кизима Станислав Васильевич
Тел. +7 916 531 43 68
Эл. почта - 5314368@mail.ru**