

УниСкан

Земная станция приема данных со спутников ДЗЗ в диапазоне 8 ГГц

Описание и основные характеристики

ООО ИТЦ СКАНЭКС

www.scanex.ru

Москва, 2016

1. Назначение, структура и основные характеристики станции.....	2
1.1. Назначение станции.	2
1.2. Состав станции.....	2
1.3. Компоновка станции.	2
1.4. Основные характеристики станции.	3
2. Антенная система.....	5
2.1. Антенна (рефлектор и облучатель).....	5
2.2. Опорно-поворотное устройство и система управления.	6
2.3. МШУ и преобразователь частоты.	7
3. Приемники.....	8
4. Программное обеспечение.....	9
4.1. Программное обеспечение управления станцией.....	9
4.2. Программное обеспечение управления сетью станций.....	11
4.3. Прочее программное обеспечение.	12
5. Установка, обучение, документация, поддержка.	12

Представленное здесь описание служит для предварительного ознакомления со станцией и не является инструкцией по ее использованию.

Приведенные в документе количественные характеристики могут незначительно изменяться и уточняться. Все существенные для пользователя параметры должны оговариваться и фиксироваться в договоре на поставку станции.

1. Назначение, структура и основные характеристики станции.

1.1. Назначение станции.

Приемная станция УниСкан – это аппаратно-программный комплекс, предназначенный для приема данных, передаваемых с низкоорбитальных спутников дистанционного зондирования Земли по радиоканалам X-диапазона (8 ГГц).

1.2. Состав станции.

Основными компонентами станции являются:

- антенная система, обеспечивающая прием сигнала с спутника,
- приемная система, выполняющая демодуляцию сигнала, декодирование и запись полученных данных,
- программное обеспечение, посредством которого выполняется управление всем комплексом.

Антенные системы станций УниСкан имеют полноповоротные устройства с двумя горизонтальными осями вращения ("X-Y") и рефлекторы с апертурами от 2.4 до 3.7 м.

Они позволяют сопровождать любой низкоорбитальный спутник и не имеют мертвых зон. Они могут работать как в режиме программного сопровождения, т.е. следуя расчетной траектории спутника, так и в режиме автосопровождения, т.е. используя информацию об уровне принимаемого сигнала для коррекции траектории.

Приемная система станции состоит из одного или нескольких параллельных "**приемников**". Каждый приемник обеспечивает обработку сигнала с одной несущей частотой и регистрацию получаемых из этого сигнала данных. В приемниках используются полностью программируемые цифровые демодуляторы. Их параметры могут перестраиваться в широком диапазоне значений, что позволяет мгновенно настроиться на канал передачи практически любого спутника.

Программное обеспечение (ПО) станции содержит все средства для ручного управления станцией, настройки станции, планирования ее работы и автоматического исполнения плана.

1.3. Компоновка станции.

Каждый приемник станции – это один сервер, в котором находится плата демодулятора. На любом из этих серверов вместе с приемником может быть размещено приложение управления антенной системой и приложение, содержащее пользовательский интерфейс управления всей станцией (см. ниже параграф "Программное обеспечение управления станцией"). Помимо серверов, аппаратная часть станции, находящаяся в помещении, включает в себя: электронный блок управления антенной системой, источник бесперебойного питания, KVM переключатель и внешний терминал (дисплей и клавиатуру), который подключается к любому из серверов через переключатель.

Все эти устройства, кроме терминала, обычно размещаются в одной 19-дюймовой стойке.

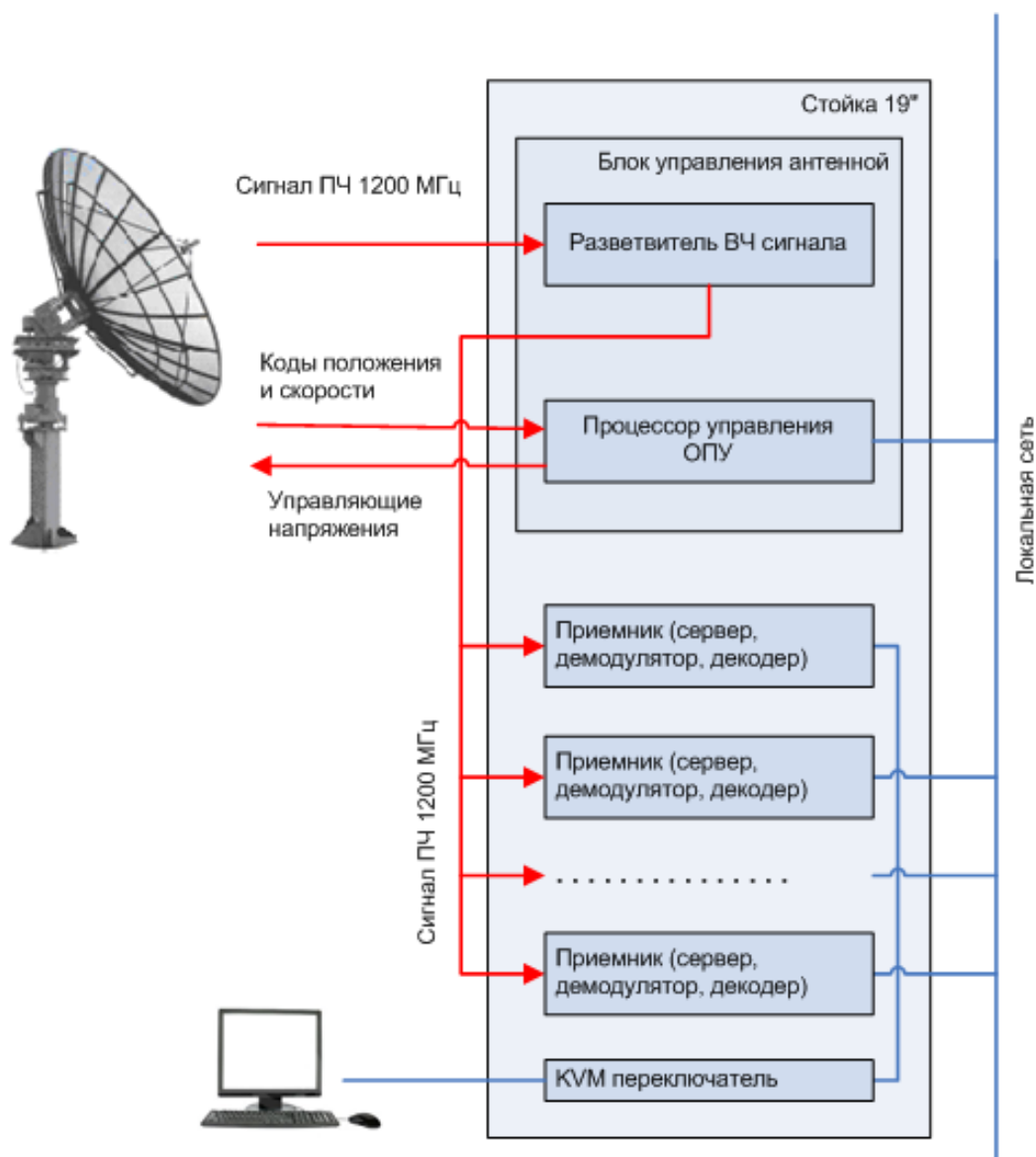


Рис.1.1. Блок-схема станции.

1.4. Основные характеристики станции.

Основные спецификации станций приведены ниже в Таблице 1.1.

Чтобы характеризовать прикладные возможности станции, в Таблице 1.2 приведены минимальные углы места, при которых обеспечивается устойчивый прием данных с некоторых достаточно известных спутников. Таблица является обобщением статистики реальной работы станций. Все углы, приведенные в таблице, ограничены снизу значением 5 градусов, поскольку характеристики сигналов при меньших углах имеют очень большой разброс.

Таблица 1.1. Основные характеристики станций УниСкан.

Характеристика	Значение для станции с диаметром рефлектора:	
	2.4 м	3.7 м
Поляризация	Правая и левая круговая	
Диапазон несущих частот сигнала, МГц	7750 ... 8450	
Максимальный темп приема, Мбит/с	170 ... 750 (для разных моделей приемников)	
G/T @ 5 град., не менее, дБ/К	22	25
Вес антенной системы, не более, кг	600	1600
Вес наибольшего неразборного узла, кг	200	250
Макс. скорость ветра, мс	Рабочая	20
	Выживания	40
Диапазон рабочих температур антенной системы, град. С	-50 ... +50	
Первичное электропитание	220 В, 50/60 Гц, однофазное	
Энергопотребление, не более, Вт	800	1000

Таблица 1.2. Минимальные углы места устойчивого приема данных (при нормальных погодных условиях).

Спутник	Мин. угол места (град.) для станции с диаметром рефлектора:	
	2.4 м	3.7 м
TERRA (DB), AQUA(DB), Suomi NPP, Fengyun-3	5	5
RADARSAT-2	5	5
SPOT-6/7	20	10
KOMPSAT-3	15	5
COSMO-SKYMED-1 ... 4	10	5
TERRASAR-X	20	10
LANDSAT-8	**	5
SENTINEL-1/2/3	**	5

** не может использоваться для приема данных с этого спутника из-за потерь сигнала на высоких углах

2. Антенная система.

Антенная система состоит из следующих узлов:

- антенны, в свою очередь состоящей из рефлектора и облучателя,
- МШПР (маломощных усилителей и преобразователей частоты).
- опорно-поворотного устройства (ОПУ),
- системы управления.



Рис.2.1. ОПУ и антенна станции УниСкан на крыше здания.

Рис.2.2. Облучатель антенны.



2.1. Антенна (рефлектор и облучатель).

Таблица 2.1. Характеристики рефлектора и облучателя.

Диаметр рефлектора, м	2.4, 3.0, 3.7
Тип рефлектора	Сплошной, секционный
Поляризация	Правая круговая и/или левая круговая
Геометрия облучения	Прямофокусная
К-т усиления @ 8200 МГц, дБ, не менее (для рефлекторов 2.4/3.0/3.7 м)	44 / 45.5 / 47
К-т эллиптичности, не менее	0.8
Диапазон частот, МГц	7750 ... 8450
Выходные соединители	Волноводные, 28.5 x 12.6 мм

2.2. Опорно-поворотное устройство и система управления.

Текущее положение и скорость вращения антенны измеряются цифровыми датчиками по каждой оси вращения. Процессор управления антенной периодически считывает коды положения и скорости антенны по каждой оси, сравнивает их с расчетным целеуказанием и скоростью, генерирует код управления и подает его на сервопривод соответствующей оси. Сервопривод поддерживает скорость вращения ОПУ, соответствующую полученному коду.

ОПУ связано с блоком управления антенной двумя многожильными кабелями длиной 50 м, блок управления связан с управляющим ПК станции по линии Ethernet или USB.

Система управления может работать в двух режимах: программного сопровождения и автосопровождения. Основным является режим автосопровождения, т.е. режим автоматической коррекции целеуказания по уровню принимаемого сигнала. Поиск максимального уровня сигнала выполняется посредством сканирования окрестности расчетного целеуказания по определенному закону. Сканирование выполняется вращением рефлектора антенны.

В антенной системе нет собственного измерителя уровня сигнала – она получает информацию об уровне от приемника станции (любого из приемников по выбору) через ПО управления станцией.

В системе используются:

- бесщеточные трехфазные двигатели с постоянным магнитом и бесконтактным датчиком положения вала,
- шестеренчато-волновые редукторы,
- цифровые датчики положения и скорости.

Поставляются ОПУ двух типоразмеров, отличающихся мощностями двигателей и нагрузочными характеристиками: для антенн 2.4 м и 3.7 м. Если требуется повысить рабочую скорость ветра, рефлектор 2.4 м или 3.0 м устанавливается на ОПУ большего размера

В таблице 5.3 приведены характеристики ОПУ станции УниСкан. В этой таблице нижняя горизонтальная ось вращения называется "осью наклона", верхняя – "осью угла места".

Таблица 2.3. Характеристики ОПУ

Количество осей вращения	2
Кинематическая схема	X – Y
Диапазон углов поворота относительно зенита, град.	-91 ... +91
Макс. скорость вращения, град/с, не менее	3.0
Относительная статическая ошибка позиционирования, угл. мин., не более	2
Динамическая ошибка сопровождения при углах места цели > 5 град., угл. мин. не более	4
Мощность двигателей, Вт (для рефлектора 2.4 / 3.7 м)	250 / 500
Разрядность датчиков положения	16
Темп управления (измерения и генерации кодов), Гц	25

2.3. МШУ и преобразователь частоты.

МШУ и первый преобразователь частоты интегрированы в блок, называемый МШПР, со следующими характеристиками:

Таблица 2.4. Характеристики МШПР

Диапазон частот входного сигнала, МГц	7750 ... 8450
Частота гетеродина, МГц	7000
Диапазон частот выходного сигнала, МГц	750 ... 1450
Усиление, дБ, не менее	55
Эквивалентная шумовая температура по входу, К, не более	65
Подавление зеркального канала, дБ, не менее	30
КСВ по входу, не более	1.25
КСВ по выходу, не более	1.5
Уровень выходного сигнала при компрессии усиления 1 дБ, дБм, не менее	10
Неравномерность к-та передачи в полосе частот 150 МГц в любой части диапазона рабочих частот, дБ, не более	±0.5
Отн. нестабильность частоты гетеродина при -50 ... +50° С, не более	1x10 ⁻⁶
Входной импеданс, Ом	50
Напряжение питания, В	+15 ... +24
Ток потребления, мА, не более	500
Входной соединитель	Волновод 28.5 x 12.6 мм
Выходной соединитель	СРГ 50-152Ф (коаксиальный)



Рис.2.3. Блок МШПР.

3. Приемники.

Каждый приемник представляет собой сервер с платой расширения (демодулятором и декодером), установленной на шине PCI-Express. Он получает сигнал на промежуточной частоте в диапазоне 750 ... 1450 МГц и выполняет всю последующую обработку сигнала: демодуляцию, декодирование, кадровую синхронизацию, преобразование данных в байтовый формат, ввод данных в память ПК и запись их на диск.

Программа управления приемником обеспечивает передачу данных в локальную сеть по протоколу TCP/IP в реальном времени, если это позволяет пропускная способность сети.

В настоящее время СКАНЭКС предлагает для использования в составе приемных станций несколько моделей демодуляторов (Табл.3.1). Программное обеспечение - общее для всех моделей. И управление демодуляторами, и ввод данных в память компьютера выполняются по шине PCI-Express.

В приемниках реализованы дифференциальный декодер, декодеры Витерби, LDPC, 4D-8PSK-TCM. В разных моделях могут быть разные ограничения по типам и скоростям декодирования.

Помимо перечисленных выше основных функций, программное обеспечение приемника позволяет выполнять спектральный анализ входного сигнала, наблюдать векторную диаграмму распределения его фазы и амплитуды, измерять отношение сигнал-шум.



Рис.3.1. Плата приемника УДР-210.

Таблица 3.1. Диапазоны настройки демодуляторов

	УДР-210/170	УДР-210/320	УДР-500
Тип модуляции	ФМ-2, ФМ-4(С)	ФМ-2, ФМ-4(С)	ФМ-2, ФМ-4(С), ФМ-8
Скорость потока: мегасимволов/с, или Мбит/с при мод. ФМ-4, или Мбит/с при мод. ФМ-8	3.5 ... 85 7 ... 170 -	3.5 ... 160 7 ... 320 -	5 ... 250 10 ... 500 15 ... 750
Несущая частота, МГц	750 ... 1450		

Таблица 3.2. Прочие характеристики приемников

Электрические характеристики	
Диапазон поиска несущей, не менее	$\pm 1/8$ тактовой частоты
Макс. допустимая скорость изменения несущей, КГц/с, не менее	10
Отн. ширина полоса захвата тактовой частоты, не менее	2×10^{-4}
Потери на реализацию демодулятора при вероятности ошибки 10^{-6} , дБ, не более	1.0
Время захвата сигнала, мс, не более	500
Мин. уровень удержания сигнала, Eb/No, дБ, не более	5
Интерфейс управления и ввода данных	
Тип интерфейса	PCI-Express x1 версии 1.1
Тип устройства	Подчиненное (по управлению), ведущее (по вводу данных)
Входной сигнал	
Разъем	SMA, гнездо
Входной динамический диапазон по групповому сигналу, дБм	-65 ... -35
Макс. допустимый уровень входного сигнала, дБм, не менее	+10
Импеданс, Ом	50
КСВ, не более	1.5
Выходные сигналы	
Разъем	RJ-45, гнездо, 8/8, экранированный
Сигналы	I, Q, такт
Уровень сигналов	LVDS

4. Программное обеспечение.

4.1. Программное обеспечение управления станцией.

Пакет программ управления станцией именуется UniScan Control Package (UCP). В него входят следующие обязательные компоненты:

- UniScan Planner - центральное приложение пакета, предназначенное для планирования работы всей приемной станции, передачи частных заданий ее подсистемам, индикации текущего состояния подсистем и обеспечения всех внешних взаимодействий станции,
- UniScan Receiver – приложение управления приемником,
- UniScan Antenna – приложение управления антенной системой,
- UniScan Launcher - приложение, выполняющее запуск других приложений, входящих в пакет, надзор за ними и перезапуск в случае их зависания или краха.

Приложения UniScan Receiver и UniScan Antenna не имеют собственного пользовательского интерфейса, предназначенного для оперативного управления. Все взаимодействие с этими приложениями выполняется через графический интерфейс приложения UniScan Planner, именуемого ниже "Планировщиком".

Каждое из этих приложений является абсолютно самостоятельным процессом и может быть установлено на любом компьютере в локальной сети. В частном случае все они могут быть установлены на одном компьютере.

Все приложения существуют в версиях для ОС MS Windows XP/7 (x32 и x64).

Пакет программ управления обеспечивает выполнение следующих основных функций:

- расчет расписания прохождения спутников через зону видимости станции по орбитальным элементам спутников, заданным в формате TLE,
- автоматический прием согласно расписанию,
- запись данных на диск,
- индикацию и периодическую запись всех параметров текущего состояния станции в файлы-отчеты.

Пакет предоставляет также средства ручного управления станцией и контроля ее функционирования. Важной функцией "Планировщика" является обеспечение интерфейса взаимодействия станции с системой управления сетью станций (см. ниже).

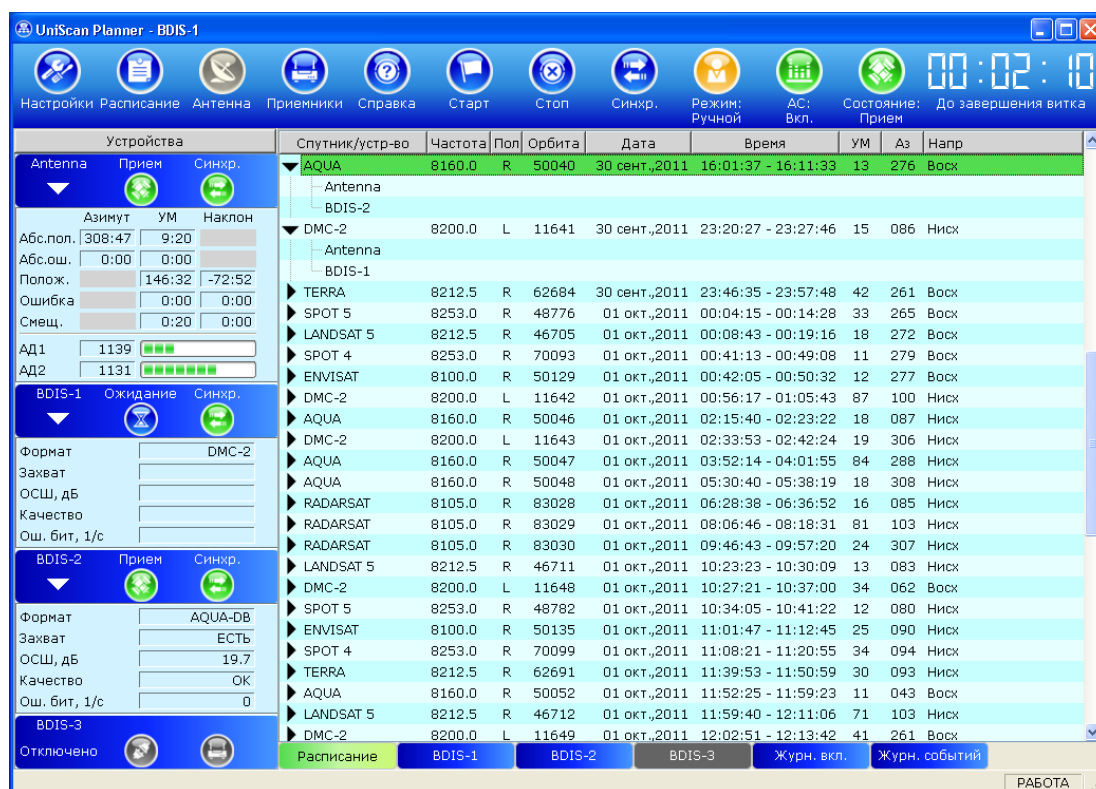


Рис.4.1. Пользовательский интерфейс приложения UniScan Planner.

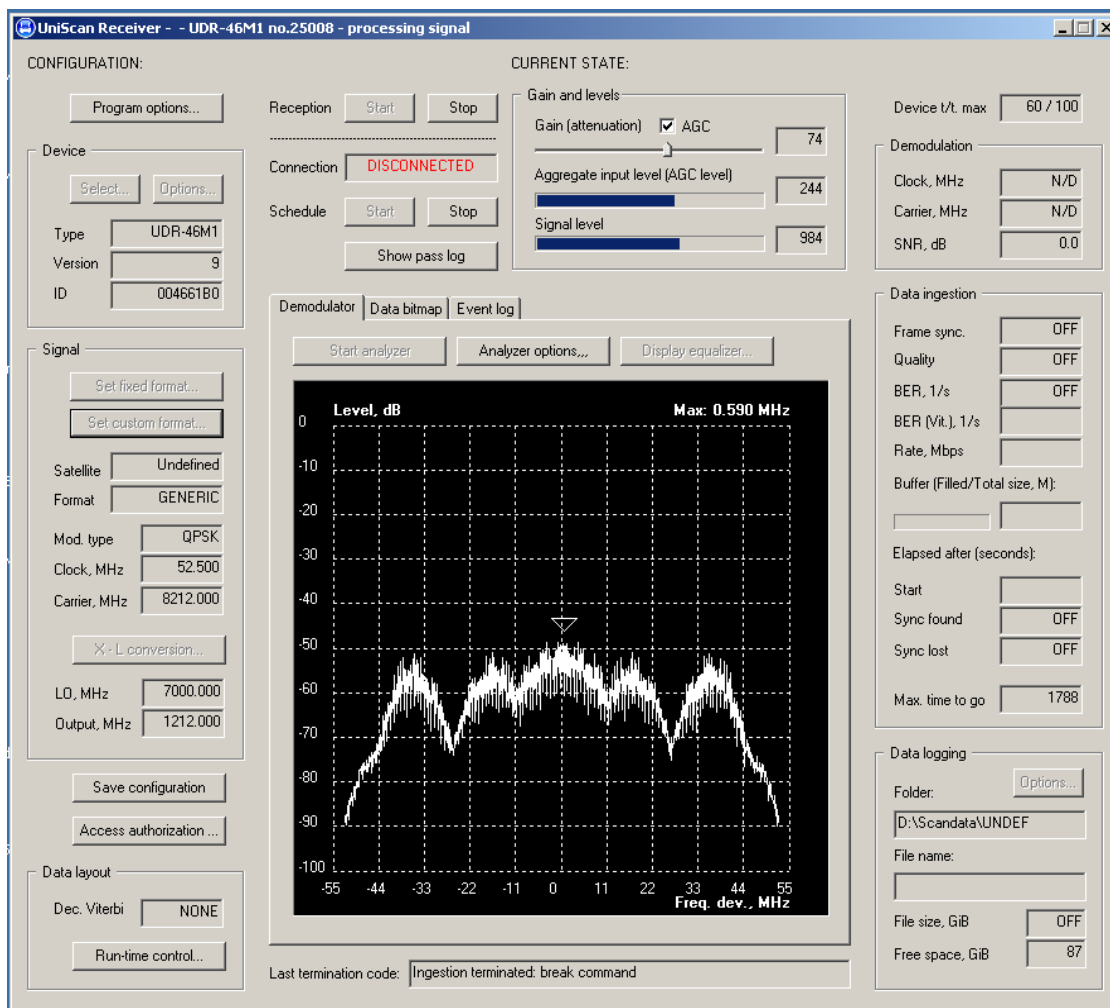


Рис.4.2. Технологический интерфейс приложения UniScan Receiver (приложения управления приемником) при работе в режиме спектрального анализа сигнала.

4.2. Программное обеспечение управления сетью станций.

Приемные станции УниСкан любой конфигурации могут быть объединены в общую сеть с единым центром управления через вычислительную сеть типа Интернет или Интранет.

Планирование работы станций, входящих в сеть, составляется в едином центре. Частные программы работы отдельных станций автоматически доставляется на соответствующие станции средствами ПО управления сети, автоматически выполняются станциями, а отчеты о выполнении автоматически отправляются в центр управления, где они анализируются и архивируются - также автоматически. Все взаимодействия выполняются асинхронно, посредством обмена файлами, и не предъявляют к линиям связи требований реального времени.

Помимо пользовательского интерфейса планирования, ПО управления сетью предоставляет также:

- интерфейс доступа к архиву для просмотра отчетов об отдельных витках или их статистики,
- интерфейс для наблюдения параметров текущего состояния удаленных станций.

4.3. Прочее программное обеспечение.

В составе станции поставляются программы, которые обеспечивают каталогизацию данных и предоставляют средства для работы с изображениями, включая их визуализацию, географическую привязку, яркостную и геометрическую коррекцию, проекционные преобразования, монтаж, экспорт в обменные форматы и т.д. Более подробная информация об этих средствах представлена на веб-сайте компании ([здесь](#)).

Средства формирования продуктов-изображений из данных, принимаемых станцией либо имеются в открытом доступе (для спутников TERRA, AQUA, Suomi NPP, FY-3), либо поставляются операторами соответствующих спутников. В любом случае СКАНЭКС оказывает всю необходимую техническую поддержку при интегрировании этих средств с приемной станцией.

5. Установка, обучение, документация, поддержка.

Документация. В составе станции поставляются только формуляры и руководства пользователя (оператора).

Установка и обучение. Площадка для установки антенной системы и помещение для лабораторной части станции обеспечиваются **заказчиком** в соответствии с требованиями поставщика (компании СКАНЭКС).

Настоятельно рекомендуется проведение предварительной проверки радиопомеховой обстановки специалистами СКАНЭКС непосредственно в предполагаемом месте размещения антенной системы. В противном случае СКАНЭКС не несет ответственность за снижение качества приема, обусловленное помехами.

Станция устанавливается, юстируется и настраивается специалистами СКАНЭКС. Эти же специалисты проводят на месте обучение пользователя управлению станцией. Если место размещения (площадка для установки антенны, кабели, лабораторное помещение) подготовлены надлежащим образом, то весь процесс занимает 5 – 6 дней, в т.ч. 2 – 3 дня занимает установка и столько же – обучение. В течение этого же времени проводятся эксплуатационные испытания.

Обучение обработке данных требует существенно большего времени. Его объем зависит от типа данных и характера их использования. Время и место проведения обучения согласовываются отдельно.

Техническая поддержка. В случае отказа или ненадлежащего функционирования станции следует известить об этом службу технической поддержки СКАНЭКС по телефонам или адресам, указанным в сопроводительной документации. Диагностика отказа выполняется специалистами СКАНЭКС в первую очередь посредством анализа служебных файлов станции. По желанию пользователя на станцию могут быть установлены программные средства для автоматической доставки лог-файлов на удаленный сервер СКАНЭКСа.

Очень желательно, чтобы служба технической поддержки СКАНЭКС имела возможность подключения к ПК станции с удаленных терминалов через Интернет.

В случае аппаратного отказа, который не может быть устранен посредством замены узла из состава ЗИП станции, ремонт выполняется специалистами СКАНЭКС на месте установки станции.