Руководство по эксплуатации

Блочный преобразователь частоты вверх (BUC) диапазона Ku, 400 W

Модель LCBUC-13750-14500-400 Версия V1.0 Ноябрь 2026 г.

Содержание

1 Общие сведения
2 Описание изделия
  2.1 Преобразователь BUC диапазона Ku, 400 W
  2.2 Светодиод состояния
3 Меры безопасности
  3.1 Действия при неисправности
4 Характеристики и интерфейсы
  4.1 Технические характеристики
  4.2 Габаритный чертёж
  4.3 Интерфейсы и индикатор состояния на передней панели
5 Монтаж
6 Порядок эксплуатации
  6.1 Подготовка
  6.2 Включение и работа
7 Подключение кабелей
8 Поиск неисправностей
9 Транспортирование и хранение
10 Дополнительные сведения

1 Общие сведения

В руководстве изложены требования к монтажу, эксплуатации и обслуживанию блочного преобразователя частоты вверх (BUC) диапазона Ku мощностью 400 W. Оно предназначено для технических специалистов и системных инженеров, отвечающих за ввод в эксплуатацию, работу и обслуживание оборудования на земных станциях спутниковой связи.

Перед использованием полностью прочтите руководство и сохраните его. Приведённые значения относятся к стандартному исполнению. Если к договору приложена отдельная спецификация проекта, применяются её требования.

2 Описание изделия

2.1 Преобразователь BUC диапазона Ku, 400 W

В состав BUC диапазона Ku мощностью 400 W входят преобразователь частоты вверх, предварительный усилительный каскад, выходной усилительный каскад на GaN, блок питания AC/DC, узел детектирования с ответвителем и блок контроля и управления (M&C).

Устройство принимает внешний сигнал ПЧ и преобразует его в диапазон Ku от 13,75 ГГц до 14,5 ГГц с помощью гетеродина на 12,8 ГГц. После усиления устройство подаёт в антенну РЧ-мощность 400 W в режиме насыщения.

Критически важные внутренние узлы герметизированы для защиты бескорпусных кристаллов GaN и повышения долговременной надёжности. Принудительное воздушное охлаждение обеспечивает устойчивую работу силовых приборов в течение длительного времени.

Встроенный детектор выходной мощности непрерывно контролирует уровень выходного сигнала. Устройство имеет внутренний опорный сигнал 10 MHz и автоматически переключается на внешний опорный сигнал 10 MHz. С управляющего ПК можно включать и выключать устройство и считывать ток, напряжение, температуру и выходную мощность по Gigabit Ethernet (RJ45) или RS485.

Основные особенности

(1) Компактность и небольшой вес.

(2) Управление по Ethernet и RS485.

(3) Двухцветный светодиод с индикацией неисправностей. Постоянный зелёный свет соответствует нормальной работе. Число красных вспышек указывает тип аварии для быстрой диагностики на месте.

(4) Встроенные цепи управления и защиты.

(5) Автоматическое переключение между внутренним и внешним опорными сигналами.

2.2 Светодиод состояния

Светодиод показывает состояние устройства зелёным или красным цветом. Отключить его командами или другими средствами нельзя.

Зелёный светодиод

При включении питания сначала загорается красный светодиод. В течение следующих 10 секунд последовательно проверяются внутренние цепи, в том числе блок питания, гетеродин, температурные датчики, тракты ПЧ и РЧ. Если проверка проходит успешно, загорается зелёный светодиод и устройство переходит в режим передачи. При нормальной работе зелёный светодиод горит непрерывно.

Красный светодиод

При неисправности красный светодиод мигает. Определите тип аварии по числу вспышек в таблице 2-1.

Таблица 2-1. Коды мигания красного светодиода

Режим мигания	Состояние
Красный светодиод включён 500 мс, выключен 500 мс. 2 вспышек с паузой 1 с.	Команда включения по LAN не отправлена
Красный светодиод включён 500 мс, выключен 500 мс. 3 вспышек с паузой 1 с.	Авария опорного сигнала
Красный светодиод включён 500 мс, выключен 500 мс. 4 вспышек с паузой 1 с.	Авария входного напряжения
Красный светодиод включён 500 мс, выключен 500 мс. 5 вспышек с паузой 1 с.	Авария отрицательного питания
Красный светодиод включён 500 мс, выключен 500 мс. 6 вспышек с паузой 1 с.	Перегрев
Красный светодиод включён 500 мс, выключен 500 мс. 7 вспышек с паузой 1 с.	Авария последовательного выхода внутреннего усилительного модуля

При одновременном возникновении двух или более аварий индикатор отображает только одну из них.

Если команда включения по LAN ещё не отправлена и опорный сигнал не подключён, красный светодиод мигает два раза с паузой 1 с. После отправки команды через внешний интерфейс и подтверждения состояния ON светодиод мигает три раза с паузой 1 с. После восстановления опорного сигнала зелёный светодиод горит непрерывно.

В этом разделе приведены определения аварий для данной серии. Доступные типы аварий зависят от версии программного обеспечения поставленного устройства.

3 Меры безопасности

Опасность электростатического разряда. В устройстве имеются чувствительные к электростатическому разряду компоненты. Соблюдайте меры защиты от ESD при любых операциях с устройством.

Высокое напряжение. Внутри присутствуют опасные напряжения. Не снимайте крышку и не ремонтируйте внутренние узлы под напряжением. Обслуживание выполняется квалифицированным персоналом.

Защита от перегрузки входа. Поддерживайте уровень ПЧ от -20 dBm до -10 dBm. Максимально допустимая входная мощность указана в технических характеристиках. Превышение предела может привести к необратимому повреждению. Перед подачей питания проверьте уровень ПЧ.

Проверка перед включением. Во избежание повреждений и травм проверьте надёжность подключения РЧ-кабелей, аттенюаторов и антенн к предназначенным для них портам.

Прочтите и строго соблюдайте изложенные в руководстве требования безопасности, эксплуатации и обслуживания.

Таблица 3-1. Предупреждения об опасности

ОПАСНО. Риск поражения электрическим током	**ОПАСНО. Риск поражения электрическим током. Не вскрывать. Внутри присутствует опасное напряжение. Внутренние узлы не предназначены для обслуживания пользователем. Несанкционированное обслуживание аннулирует гарантию.**
ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ. Устройство выдаёт РЧ-сигнал высокой мощности. Пока усилитель находится в состоянии ON, не смотрите в открытый волновод и не подключайте несогласованную нагрузку к выходу. Перед включением РЧ убедитесь, что выход подключён к согласованной нагрузке или согласованной антенной системе.	

3.1 Действия при неисправности

Если во время работы возникла неисправность, действуйте в следующем порядке.

(1) Сначала отключите входной РЧ-сигнал, затем выключите питание.

(2) Примите меры, чтобы предотвратить дальнейший ущерб и обезопасить место эксплуатации.

(3) Зафиксируйте признаки неисправности с помощью фотографий, видео и других средств.

(4) Без промедления обратитесь к поставщику оборудования.

4 Характеристики и интерфейсы

4.1 Технические характеристики

Таблица 4-1. Характеристики BUC диапазона Ku, 400 W

Параметр	Значение
РЧ-характеристики	
Частота входного сигнала ПЧ	950–1700 MHz
Входная мощность ПЧ	От -20 до -10 dBm
Выходная РЧ-частота	13750–14500 MHz
Частота гетеродина	12.8 GHz
Частота внешнего опорного сигнала	10 MHz, автоматическое переключение внутреннего и внешнего источников
Выходная РЧ-мощность при PSAT	400 W
Диапазон регулировки усиления	От 0 до 20 дБ с шагом 0,5 дБ
Обратные потери на входе (S11)	-10 dB
Электропитание	
Потребляемая мощность	1800 W
Рабочее напряжение	89–264 В переменного тока, 47–63 Гц (номинал 220 В)

Параметр	Значение
Контроль и управление	
Интерфейсы управления	Ethernet (RJ45), RS485
Функции управления	Включение и выключение РЧ, настройка ослабления и сетевых параметров
Индикация состояния	Выходная мощность, ослабление, температура и ток модуля, напряжение питания
Автоматическая защита	Защита от перегрева, сверхтока, чрезмерного выходного уровня и отражения (слишком высокий VSWR на выходе)
Интерфейсы	
Вход ПЧ / внешний опорный сигнал	Гнездо SMA (общий порт входа ПЧ и опорного сигнала 10 MHz)
РЧ-выход	BJ120, квадратный герметичный фланец FBP120
Вход переменного тока	Авиационный разъём на 3 контакта MS3112E12-3S
Интерфейс управления	Авиационный разъём MS3112E14-19P на 19 контактов (Ethernet и RS485)
Механические характеристики	
Размеры (Д × Ш × В)	350 × 230 × 200 mm [13.78 × 9.05 × 7.87 in]
Масса	20 кг [44 lbs] (типовое значение)
Охлаждение	Принудительное воздушное охлаждение
Условия окружающей среды (расчётные)	
Рабочая температура	От -20 до 50 °C
Температура в нерабочем состоянии	От -25 до 65 °C
Относительная влажность (без конденсации)	95 %

Таблица 4-2. Предельно допустимые значения

Параметр	Предельное значение
Уровень входного РЧ-сигнала без повреждения	+10 dBm
Максимальный VSWR нагрузки при POUT = 400 W	5:1 при непрерывной работе при любых фазе и амплитуде нагрузки
Тепловая перегрузка	Отключение при 85 °C ± 5 °C

4.2 Габаритный чертёж

Габариты устройства и расположение интерфейсов показаны на рисунке 4-1. Размеры даны в мм. Точные размеры приведены на механическом чертеже, приложенном к договору.

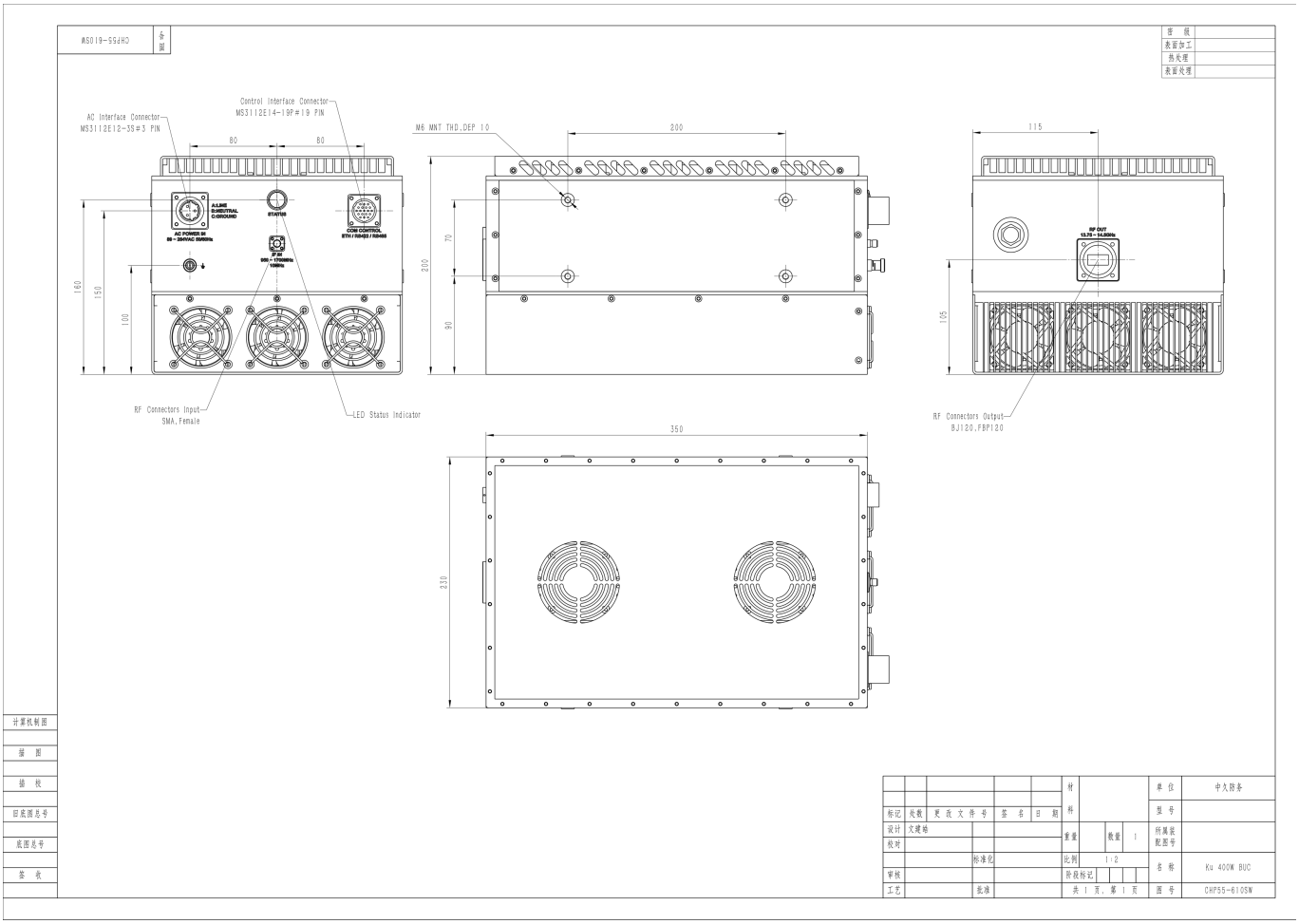


Рисунок 4-1. Габариты и расположение интерфейсов (размеры в мм)

4.3 Интерфейсы и индикатор состояния на передней панели

Таблица 4-3. Интерфейсы и индикатор состояния

№	Интерфейс	Маркировка	Описание	Тип разъёма
1	Вход переменного тока	AC 220V 50Hz	Подключение к сети переменного тока	Авиационный разъём на 3 контакта MS3112E12-3S
2	РЧ-выход	RF OUT 13.75-14.5GHz	РЧ-выход диапазона Ku	BJ120, квадратный герметичный фланец FBP120
3	Вход ПЧ / опорного сигнала	IF IN 950-1700MHz / 10M IN	Вход ПЧ и опорного сигнала 10 MHz (общий порт)	Гнездо SMA
4	LAN	LAN (Ethernet)	Порт управления Ethernet	RJ45
5	Интерфейс управления	CONTROL	Сигналы управления Ethernet и RS485, индикация неисправности и передачи (назначение контактов в таблице 4-4)	Авиационный разъём MS3112E14-19P на 19 контактов
6	Защитное заземление	Символ заземления	Защитное заземление. Соедините с антенной системой и шиной заземления станции.	Шпилька заземления

№	Интерфейс	Маркировка	Описание	Тип разъёма
7	Индикатор состояния	Светодиод состояния	Индикация включения питания, включения РЧ и аварии	—

Таблица 4-4. Назначение контактов разъёма управления MS3112E14-19P

Контакт	Сигнал	Описание
T	TX+	Локальный передающий вывод дифференциального сигнала Ethernet
M	TX-	Локальный передающий вывод дифференциального сигнала Ethernet
A	RX+	Локальный приёмный вывод дифференциального сигнала Ethernet
L	RX-	Локальный приёмный вывод дифференциального сигнала Ethernet
V	EARTH	Заземление корпуса
U	Fault	Контроль неисправностей и сигнализация
B	TX-EN	Индикация передачи
K	TX_GND	Сигнальная земля
R	RS485-A	Дифференциальные выводы TX/RX интерфейса RS485
S	RS485-B	Дифференциальные выводы TX/RX интерфейса RS485

5 Монтаж

Устройство весит около 20 кг. Для подъёма или монтажа в стойку необходимо не менее двух человек. Убедитесь, что кронштейн, мачта или стойка рассчитаны на эту нагрузку.

Оставьте вокруг устройства не менее 100 мм свободного пространства. Не перекрывайте забор воздуха вентилятором передней панели или вентиляционный канал.

При наружном монтаже надёжно закрепите фланец волновода и водозащищённые разъёмы. Герметизируйте все соединения для защиты от погодных воздействий.

Соедините клемму защитного заземления с антенной системой и шиной заземления станции. Сопротивление заземления должно соответствовать местным нормам молниезащиты.

6 Порядок эксплуатации

6.1 Подготовка

(1) Убедитесь, что корпус не повреждён, наружная маркировка читается и винты крышки затянуты.

(2) После визуального осмотра правильно подключите устройство к системе и проверьте согласование импеданса входа и выхода.

(3) Перед включением убедитесь в правильности подключения кабелей питания, управления и РЧ-входа и выхода. Не включайте устройство с разомкнутым выходом.

6.2 Включение и работа

6.2.1 Настройка сети и подключение к веб-интерфейсу

Встроенный веб-сервер HTTP позволяет настроить IP-адрес усилителя и просмотреть сведения об устройстве. Заводские сетевые параметры приведены ниже.

IP-адрес 192.168.1.4

Маска подсети 255.255.255.0

Шлюз 192.168.1.1

По исходному адресу можно настроить простую локальную сеть. При необходимости измените сетевые параметры усилителя.

Настройте управляющий ПК следующим образом (пример для Windows).

Откройте Панель управления → Центр управления сетями и общим доступом → Подключение по локальной сети. Выберите «Свойства», дважды нажмите «IP версии 4 (TCP/IPv4)», выберите «Использовать следующий IP-адрес» и задайте компьютеру адрес в той же подсети, отличный от адреса устройства. Нажмите OK.

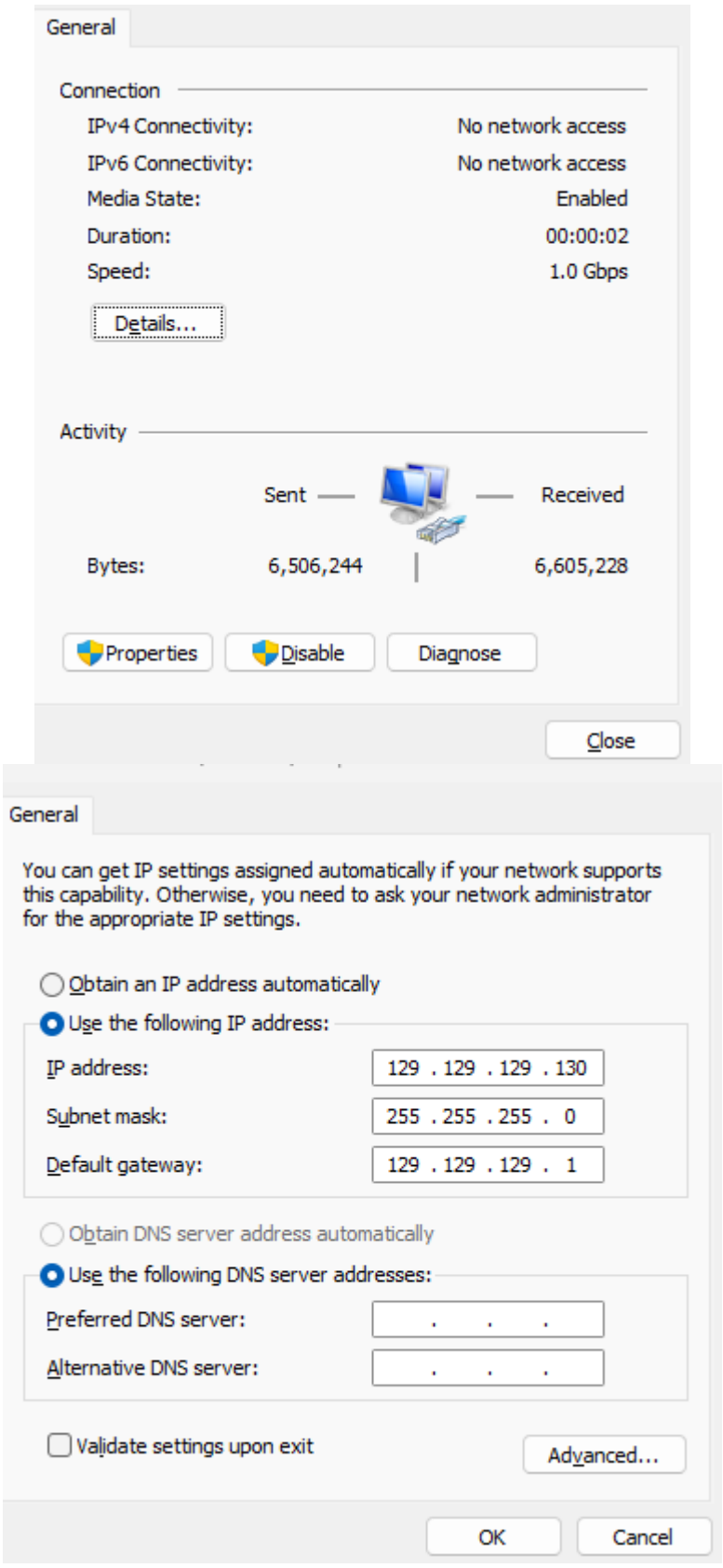


Рисунок 6-1. Состояние локального подключения и настройки TCP/IPv4 (статический IP-адрес в той же подсети)

6.2.2 Обзор веб-интерфейса

Устройство предоставляет службу HTTP. Введите IP-адрес устройства в адресную строку браузера, чтобы открыть веб-интерфейс.

Для работы предусмотрены две страницы.

(1) Status Monitor показывает рабочие параметры в реальном времени (только чтение).

(2) BUC ParaSet позволяет задать ослабление, управление передачей и сетевые параметры.

В верхней части интерфейса расположены вкладки Status Monitor, BUC Info, BUC ParaSet и SNMP ParaSet. В этом руководстве описаны Status Monitor и BUC ParaSet.

6.2.3 Страница Status Monitor

На странице Status Monitor отображается текущее состояние устройства. Страница предназначена только для просмотра. Список параметров приведён в таблице 6-1.



Рисунок 6-2. Веб-интерфейс, страница Status Monitor

Таблица 6-1. Параметры на странице Status Monitor

Параметр	Описание	Единица	Отображение
GAIN	Усиление устройства	dB	—
Power	Текущая выходная мощность	dBm	В реальном времени
Temperature	Температура модуля	°C	В реальном времени
Current	Ток модуля	A	В реальном времени
ATTENUATION	Текущее ослабление	dB	В реальном времени

6.2.4 Страница BUC ParaSet

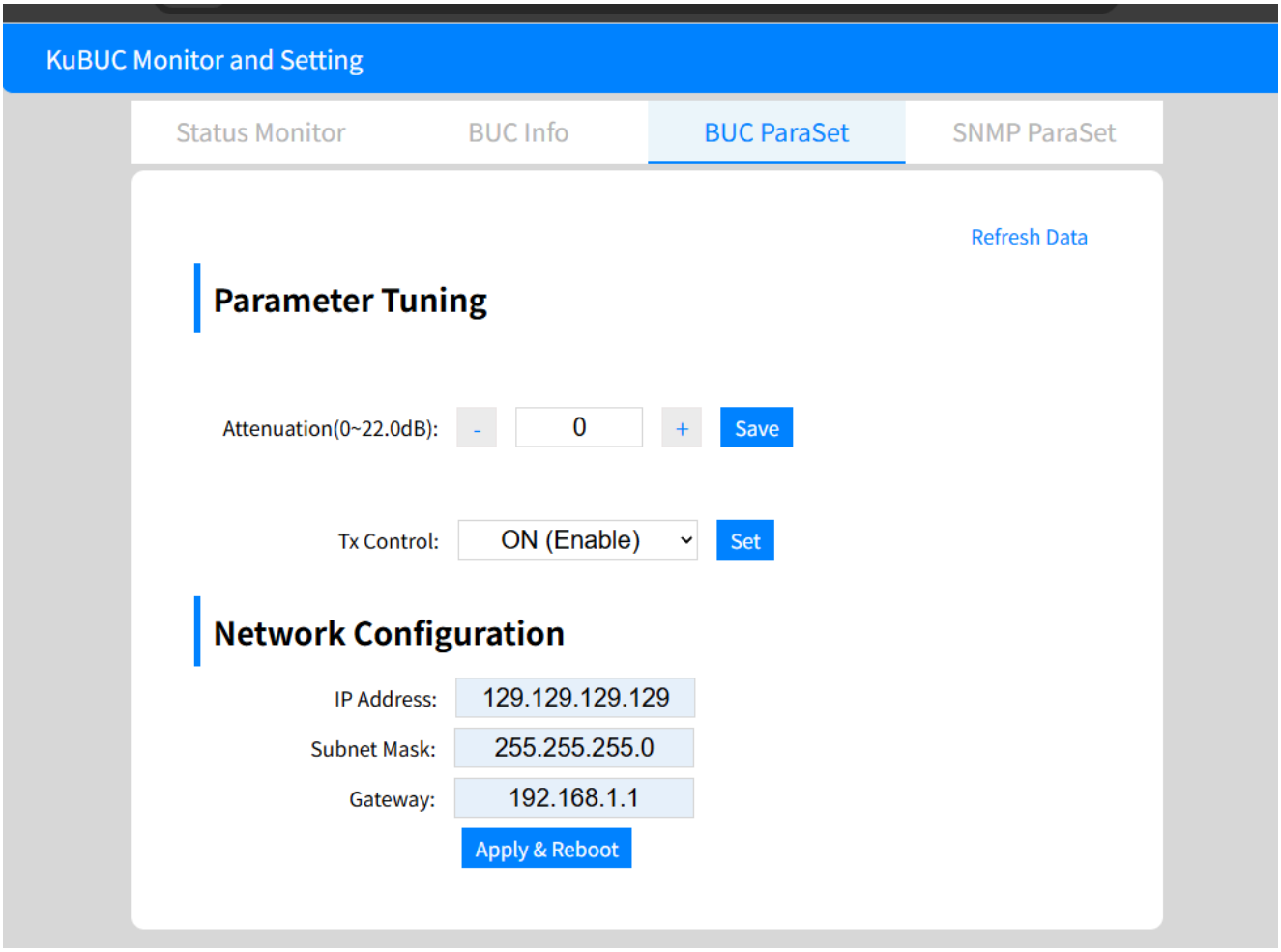


Рисунок 6-3. Веб-интерфейс, страница BUC ParaSet

На странице BUC ParaSet можно удалённо настроить параметры. После изменения значения нажмите кнопку справа в той же строке. Параметры приведены в таблице 6-2.

Таблица 6-2. Параметры страницы BUC ParaSet

Параметр	Диапазон настройки	Описание
Attenuation	От 0 до 20 дБ с шагом 0,5 дБ	Ослабление усиления. Чем больше значение, тем ниже выходная мощность.
Tx Control	ON / OFF	Включение и выключение усилительного модуля
IP Address	Допустимый IPv4-адрес	Задаёт IP-адрес устройства
Subnet Mask	Допустимая маска подсети	Заводское значение 255.255.255.0
Gateway	Допустимый адрес шлюза	Заводское значение 192.168.1.1

Настраиваемое ослабление составляет от 0 до 20 дБ с шагом 0,5 дБ. Значения вне диапазона ограничиваются его границами. Значения, не кратные 0,5 дБ, округляются до ближайшего шага.

В интерфейсе может отображаться шкала от 0 до 22,0 дБ. Задавайте ослабление в поддерживаемом диапазоне от 0 до 20 дБ.

Введите IP-адрес, маску подсети и шлюз. Нажмите Apply & Reboot справа в той же строке, чтобы применить все три значения. Устройство автоматически перезапустится и разорвёт текущее соединение. Установите на ПК IP-адрес в той же подсети, что и у устройства, и подключитесь к новому адресу.

Если после неверной настройки сети устройство недоступно, попробуйте заведомо заводской адрес 192.168.1.4. Если доступа всё ещё нет, выполните проверку связи по разделу 6.2.6.

6.2.5 Меры предосторожности при эксплуатации

Не включайте устройство с разомкнутым РЧ-выходом. Выход всегда должен быть подключён к согласованной нагрузке или согласованной антенной системе.

Установите ослабление до включения РЧ. Увеличение ослабления снижает выходную мощность и повышает запас по линейности. Уменьшайте ослабление пошагово, контролируя выходную мощность на странице Status Monitor.

Поддерживайте входной уровень ПЧ от -20 dBm до -10 dBm. Уровень выше +10 dBm может необратимо повредить входной каскад даже при выключенном усилителе.

При пропадании внешнего опорного сигнала 10 MHz устройство автоматически переключается на внутренний. Точность выходной частоты в этом случае определяется внутренним источником. Перед передачей проверьте состояние опорного сигнала.

6.2.6 Восстановление связи

Перед использованием сетевой связи соедините устройство и управляющий ПК сетевым кабелем.

Компьютер и устройство должны находиться в одной подсети и отвечать друг другу на запросы ping.

Если веб-интерфейс недоступен, очистите кэш браузера и повторите попытку. Если это не помогло, обратитесь в техническую поддержку.

При сбое связи проверьте сетевой кабель и убедитесь, что на устройство подано питание.

После перезапуска или изменения сетевых параметров убедитесь, что IP-адрес ПК и адрес устройства находятся в одной подсети. Откройте новый адрес.

Если страница открывается, но параметры не обновляются, нажмите F5. Если данных по-прежнему нет, выключите и снова включите устройство, затем повторите попытку.

7 Подключение кабелей

Перед подключением осмотрите контакты разъёмов. Убедитесь, что они не повреждены и не утоплены.

До монтажа проверьте целостность цепей всех кабелей.

Подключайте в следующем порядке: вход питания AC → выходной РЧ-волновод → вход ПЧ и опорного сигнала → LAN и интерфейс управления. Перед подачей питания проверьте надёжность заземления защитной шпильки.

При наружном монтаже установите водозащищённый разъём на выходном РЧ-фланце и герметизируйте все подключения.

8 Поиск неисправностей

Во время эксплуатации и наладки возможны различные неисправности. В таблице 8-1 приведены распространённые признаки, вероятные причины и способы проверки.

Таблица 8-1. Распространённые неисправности, причины и действия

№	Признак	Вероятная причина	Действие
1	Вентилятор не вращается после включения	Колебание напряжения питания / неплотное соединение кабеля питания / неисправность блока питания / неисправность вентилятора	Проверить цепь питания / переподключить кабель AC / заменить блок питания / заменить вентилятор
2	РЧ-выход не включается	Tx Control не установлен в ON / неплотное соединение кабеля управления / неисправность блока M&C	Установить Tx Control в ON на странице ParaSet / переподключить кабель управления / заменить блок M&C
3	Снижение усиления	Задано чрезмерное ослабление / неисправен драйверный каскад / неисправен выходной каскад	Проверить значение ATTENUATION / заменить драйверный каскад / заменить выходной каскад
4	Снижение выходной мощности	Неисправен драйверный каскад / неисправен выходной каскад / чрезмерный VSWR на выходе	Заменить драйверный каскад / заменить выходной каскад / проверить VSWR волновода и антенного фидера
5	Нет РЧ-сигнала на выходе	Усилитель не включён / нет входного сигнала ПЧ / нет захвата опорного сигнала / сработала защита	Проверить управление передачей и индикатор / проверить сигнал ПЧ и опорный сигнал 10 MHz / проверить состояние защиты
6	Авария VSWR или отражённой мощности	Неисправное соединение волновода / неисправность антенного фидера / обрыв или короткое замыкание на выходе	Выключить и проверить соединение BJ120 и водозащищённый разъём / измерить VSWR антенного фидера
7	Веб-страница недоступна	Неверный IP-адрес / сетевой кабель не подключён / ПК и устройство в разных подсетях	Проверить соединение LAN / проверить IP-адрес и маску / попробовать заводской адрес 192.168.1.4
8	Не удалось передать параметры	Обрыв связи / выполняется перезапуск / параметр вне диапазона	Перезагрузить страницу и проверить связь / дождаться окончания перезапуска и повторить / проверить диапазон ослабления от 0 до 20 дБ и формат IP
9	Страница открывается, данные не обновляются	Связь прервана / ошибка кэша страницы / перезапуск устройства	Нажать F5 для обновления / очистить кэш браузера / выключить и включить устройство и повторить попытку

Выполните проверки из таблицы по порядку. Если устранить неисправность не удаётся, обратитесь в сервисную службу производителя.

9 Транспортирование и хранение

Условия хранения должны соответствовать общим требованиям для оборудования связи. При длительном хранении (более 6 месяцев с даты упаковки) включайте устройство на 4 часа при комнатной температуре каждые 6 месяцев.

Защищайте от влаги, плесени и грызунов. Периодически проветривайте. Относительная влажность не выше 95% без конденсации.

Надёжно закрепляйте устройство при транспортировании. По возможности пользуйтесь оригинальной упаковкой.

Не перевозите вместе с горючими, взрывоопасными или коррозионно-активными грузами.

Размещайте тяжёлые и крупногабаритные грузы внизу. Складывайте аккуратно и устойчиво, не более трёх слоёв.

10 Дополнительные сведения

При описанных неисправностях используйте перечень вероятных причин для предварительной диагностики и выполните соответствующие действия. Если после ремонта работа не восстановлена, обратитесь к производителю.

Характеристики могут изменяться без уведомления. Если к договору приложена отдельная спецификация проекта, она имеет приоритет.