

Протокол TCI

Версия 1.7

Введение

Данный документ ознакомит вас с тем, что такое интерфейс TCI, для чего он нужен и каким образом его использовать. Основной целевой аудиторией данного документа являются программисты, занимающиеся внедрением этого интерфейса в свои программы и устройства.

Интерфейс управления трансивером TCI (от англ. TCI – Transceiver Control Interface) представляет собой сетевой интерфейс управления, передачи данных и синхронизации между трансивером/приемником, аппаратным журналом, контекст логгером, программами цифровых видов связи, скиммерами и другим программным обеспечением, а также внешними усилителями мощности, блоками диапазонных фильтров, антенными коммутаторами, контроллерами радиостанции и др. устройствами.

TCI был создан в качестве современной альтернативы устаревшим интерфейсам COM-портов и звуковых кабелей, он использует полнодуплексный web-сокет протокол, который работает поверх соединения TCP и служит для обмена данными между сервером и клиентом, обеспечивая кроссплатформенность. В качестве сервера выступает трансивер, в качестве клиентов — все остальные программы и устройства. Сервер и клиенты могут находиться внутри одного компьютера (программа-сервер, аппаратный журнал и др. - клиенты) и/или в отдельных физических устройствах, объединенных через локальную сеть (классический трансивер, усилитель мощности, антенный коммутатор, блок ДПФ и т.п.).

Интерфейс TCI содержит основные команды управления трансивером (аналог CAT системы), принимает от клиентов CW макросы и передает их в эфир, выдает квадратурный поток трансивера клиентам, принимает споты от скиммеров и интернет кластеров, принимает/выдает аудио сигнал для работы в цифровых видах связи*.

* Будет реализовано в новой версии интерфейса TCI.

TCI использует расширяемую архитектуру и может быть дополнен новыми функциями и командами, при сохранении работоспособности старых. Таким образом интерфейс TCI может быть расширен и дополнен под конкретные нужды любого производителя программного обеспечения и/или производителя устройств (приемников, трансиверов, усилителей мощности, коммутаторов и др.). Наличие идентификатора устройства позволяет производителям трансиверов и приемников перейти на TCI интерфейс с сохранением обозначения модели устройства. Расширяемость интерфейса TCI позволяет создавать индивидуальный набор команд и функций для каждой модели устройства, при этом сохраняя основной набор команд, присущий всем трансиверам.

Наша компания выступает за всеобщую унификацию обмена данными между устройствами и программами, создав для этого интерфейс TCI. Современные трансиверы и программное обеспечение должны общаться, используя один протокол — протокол TCI.

Лицензия на использование интерфейса TCI

Copyright (c) 2021 ООО «Эксперт Электроникс», г. Таганрог

Лицензия разрешает лицам, использующим интерфейс TCI (далее Интерфейс) и сопутствующую документацию к нему, безвозмездно использовать его в любом Программном Обеспечении без каких-либо ограничений и условий, включая неограниченное право на использование, копирование, изменение, слияние, публикацию, распространение, sublicenzирование и/или продажу копий Программного Обеспечения с Интерфейсом в его составе, а также лицам, которым предоставляется данное Программное Обеспечение.

ИНТЕРФЕЙС ПРЕДОСТАВЛЯЕТСЯ «КАК ЕСТЬ», БЕЗ КАКИХ-ЛИБО ГАРАНТИЙ, ЯВНО ВЫРАЖЕННЫХ ИЛИ ПОДРАЗУМЕВАЕМЫХ. ВКЛЮЧАЯ ГАРАНТИИ ТОВАРНОЙ ПРИГОДНОСТИ, СООТВЕТСТВИЯ ПО ЕГО КОНКРЕТНОМУ НАЗНАЧЕНИЮ И ОТСУТСТВИЯ НАРУШЕНИЙ, НО НЕ ОГРАНИЧИВАЯСЬ ИМИ. НИ В КАКОМ СЛУЧАЕ АВТОРЫ ИЛИ ПРАВООБЛАДАТЕЛИ НЕ НЕСУТ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ПО КАКИМ-ЛИБО ИСКАМ, ЗА УЩЕРБ ИЛИ ПО ИНЫМ ТРЕБОВАНИЯМ, В ТОМ ЧИСЛЕ, ПРИ ДЕЙСТВИИ КОНТРАКТА, ДЕЛИКТЕ ИЛИ ИНОЙ СИТУАЦИИ, ВОЗНИКШИМ ИЗ-ЗА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНТЕРФЕЙСА ИЛИ ИНЫХ ДЕЙСТВИЙ С ИНТЕРФЕЙСОМ.

Описание интерфейса

Любая команда представляет ASCII строку, которая содержит название команды и список аргументов, соответствующих данной команде. Имеются зарезервированные символы, которые не могут входить в название команды и в аргументы команды.

Список зарезервированных символов: «:», «,», «;».

Структура команды:

1. Название команды;
2. Разделительный символ между названием команды и аргументами «:»;
3. Список аргументов через разделительный знак «,»;
4. Символ конца команды «;».

Если аргументов команда не имеет, то после названия команды ставится символ конца команды. Если команда неправильная, то она игнорируется. Регистр букв не имеет значения.

Программа ExpertSDR3 выполняет роль сервера, который может иметь одновременно несколько клиентских подключений, они будут синхронизироваться между собой сервером. При подключении к ExpertSDR3 клиент получает текущее состояние ExpertSDR3, сначала высылаются команды инициализации, затем параметры для установки состояния, такие как частота, модуляция и др.

Когда в программе ExpertSDR3(сервер) происходит изменение параметра, сервер уведомляет об этом всех подключённых клиентов, то есть клиентам не нужно постоянно опрашивать сервер, любое изменение состояния будет отправлено своевременно всем клиентам. Если клиент высылает новое состояние, то сервер его установит себе, а также вышлет всем клиентам, то есть сервер выполняет роль синхронизатора. Все клиенты, подключённые к серверу, будут автоматически синхронизированы. Такой способ работы позволяет минимизировать нагрузку на сеть, уменьшая трафик.

В протоколе TCI реализована передача IQ потока приёмника клиентам, которая нужна для работы специальных программ скиммеров, они автоматически находят станции и декодируют их во всей полосе, а ещё это позволяет записывать радиоэфир в файл.

Через TCI осуществляется передача НЧ аудиосигнала приёмника клиентам и обратно, то есть клиент может передавать НЧ аудиосигнал в ExpertSDR3 для излучения в эфир. Обмен аудио потоком предназначен для работы с цифровыми видами связи, когда кодирование и декодирование выполняется сторонними программами, а также в речевых видах связи, в которых можно передавать в эфир аудио макросы, что очень востребовано в аппаратных журналах.

При работе в контекстах важно вести запись всей работы в эфир, для этого реализована отправка аудиопотока из линейного аудиовыхода всем клиентам. Полученный аудиопоток может быть записан в файл или воспроизведён звуковой картой ПК.

Работа в телеграфном режиме

Протокол TCI предусматривает работу телеграфом с помощью строковых команд (макросов). Команды делятся на два типа:

1. Макрос;
2. Сообщение.

Макрос — это набор символов, не содержащий правил, но подчиняющийся командам изменения скорости и передачи аббревиатуры, а также позволяющий работать в терминальном режиме.

Команда отправки макроса имеет вид: `cw_macros:arg1,arg2;`

`arg1` - номер программного передатчика;

`arg2` - текстовое сообщение.

Пример: `cw_macros:0,TU RA6LH 599;`

Если нужно внутри текста поместить аббревиатуру (слитно передать несколько букв), то символы нужно поместить между вертикальными скобками: TEXT `|SK|` TEXT.

Если внутри текста нужно уменьшить скорость, то для этого используется символ «<», для увеличения скорости «>» соответственно. Шаг изменения скорости 5 wrp, например: `ANY TEXT > TEXT+5WPM >>TEXT+15WPM`

Чтобы передать строку «+5wrpTU -5wrpRA6LH +10wrp599 004 SK» команда будет иметь вид: `cw_macros:0,>TU >599 004 |SK|;`

Так как текстовые команды могут содержать запрещённые протоколом символы, то они заменяются на другие символы и на стороне сервера снова преобразуются обратно:

1. Символ «:» заменяется на «^»;
2. Символ «,» заменяется на «~»;
3. Символ «;» заменяется на «*».

При передаче макросов есть возможность работы в терминальном режиме, то есть после завершения передачи макроса трансивер остаётся на передаче. Включается/выключается терминальный режим следующей командой:

- `cw_terminal:true;` - включение;
- `cw_terminal:false;` - выключение.

В терминальном режиме, по факту начала передачи последней буквы в посылке, высылается следующая команда клиенту: `cw_macros_empty;`

Если во время проигрывания макроса выключить терминальный режим, то после завершения макроса трансивер перейдёт в режим приёма автоматически.

Сообщение — это специальная команда, которая имеет более сложную структуру и состоит из трёх частей:

1. Префикс - текст перед позывным;
2. Позывной;
3. Суффикс - текст после позывного.

Команда отправки телеграфного сообщения с возможностью доотправки позывного:

`cw_msg:arg1,arg2,arg3,arg4;`

- `arg1` - номер программного передатчика;
- `arg2` - префикс;
- `arg3` - позывной;
- `arg4` - суффикс.

Чтобы передать строку «`TU RA6LH 599 004`» команда будет иметь вид:

`cw_msg:0,TU,RA6LH,599 004;`

Если нужно два раза повторить позывной «`TU RA6LH RA6LH 599 004`», то команда будет иметь вид:

`cw_msg:0,TU,RA6LH$2,599 004;`

Если при отправке сообщения ещё полностью не известен позывной и нужно будет его дописать или изменить, и возможно не один раз, то команда будет выглядеть так:

`cw_msg:arg1;`

Пример последовательной доотправки позывного:

1. `cw_msg:0,_,RA6$2,599 004;`
2. `cw_msg:RA6L;`
3. `cw_msg:RA6LH;`

Если редактирование позывного было выполнено после того, как была закончена передача позывного, то команда игнорируется. Процесс редактирования позывного осуществляется для еще не переданных символов. После того, как передача позывного завершена, клиенту отправляется команда, которая содержит финальный вариант позывного, переданного в эфир:

`callsign_send:RA6LH;`

Если во время передачи телеграфного макроса или сообщения потребовалось резко прекратить передачу, для этого есть команда:

`cw_macros_stop;`

Типы команд

В протоколе предусмотрено несколько типов команд:

- Команды инициализации;
- Команды двунаправленного управления;
- Команды однонаправленного управления;
- Команды уведомления.

Команды инициализации отправляются клиенту при подключении, они сообщают клиенту основные параметры устройства, такие как диапазон рабочих частот, поддерживаемые виды связи и т.д.

Команды двунаправленного управления нужны для управления основными параметрами устройства и ExpertSDR3. Так как команды двунаправленные, сервер будет выполнять синхронизацию параметров всех подключённых клиентов.

Команды однонаправленного управления используются для управления параметрами уникальными для каждого клиента, например, включение аудио потока, отправка спотов для отображения на панораме ExpertSDR3 и т.д.

Команды уведомления высылаются клиентам с некоторой периодичностью, это могут быть показания различных датчиков и измерителей сигналов.

Список команд инициализации

VFO_LIMITS	Диапазон рабочих частот.	
Ответ	VFO_LIMITS:arg1,arg2;	arg1 — нижняя граничная частота, Гц. arg2 — верхняя граничная частота, Гц.
Тип	инициализация	
Пример	VFO_LIMITS:10000,300000000;	

IF_LIMITS	Граничные значения частот фильтра ПЧ (только для VFOA).	
Ответ	IF_LIMITS:arg1,arg2;	arg1 — нижняя граничная частота, Гц. arg2 — верхняя граничная частота, Гц.
Тип	инициализация	
Пример	IF_LIMITS:-48000,48000;	
Дополнение	Высылается при подключении и изменении частоты дискретизации устройства.	

TRX_COUNT	Количество приёмников (трансиверов) в устройстве.	
Ответ	TRX_COUNT:arg1;	arg1 — количество приёмников/трансиверов (физических или программных).
Тип	инициализация	
Пример	TRX_COUNT:2;	

CHANNEL_COUNT	Количество каналов приёма в одном приёмнике (A/B/C).	
Ответ	CHANNEL_COUNT:arg1;	arg1 — количество каналов приёма.
Тип	инициализация	
Пример	CHANNEL_COUNT:2;	

DEVICE	Название устройства.	
Ответ	DEVICE:arg1;	arg1 — название устройства.
Тип	инициализация	
Пример	DEVICE:SunSDR2DX;	

RECEIVE_ONLY	Определяет устройство как приёмник или передатчик.	
Ответ	RECEIVE_ONLY:arg1;	arg1 — только приём (true), трансивер (false).
Тип	инициализация	
Пример	RECEIVE_ONLY:true;	

MODULATIONS_LIST	Список поддерживаемых видов связи.	
Ответ	MODULATIONS_LIST:arg1,arg2, ... ,argN;	Вид связи передаётся названием.
Тип	инициализация	
Пример	MODULATIONS_LIST:AM,LSB,USB,FM;	

PROTOCOL	Информация о версии протокола TCI.	
Ответ	PROTOCOL:arg1,arg2;	arg1 — название программы. arg2 — версия протокола.
Тип	инициализация	
Пример	PROTOCOL:ExpertSDR3,1.7;	

READY	Высылается после команд инициализации.	
Ответ	READY;	
Тип	инициализация	

Список команд двунаправленного управления

START	Старт устройства.	
Установить	START;	
Тип	двунаправленное управление	
Пример	START;	

STOP	Остановка устройства.	
Установить	STOP;	
Тип	двунаправленное управление	
Пример	STOP;	

DDS	Управление центральной частотой настройки приёмника.	
Установить	DDS:arg1,arg2;	arg1 — номер приёмника; arg2 — частота настройки, Гц.
Прочитать	DDS:arg1;	
Ответ	DDS:arg1,arg2;	
Тип	двунаправленное управление	
Пример	DDS:0; DDS:0,7100000;	

IF	Управление частотой настройки фильтра ПЧ в пределах панорамы.	
Установить	IF:arg1,arg2,arg3;	arg1 — номер приёмника; arg2 — номер канала (A / B); arg3 — частота настройки, Гц.
Прочитать	IF:arg1,arg2;	
Ответ	IF:arg1,arg2,arg3;	
Тип	двунаправленное управление	
Пример	IF:0,1; IF:0,1,12500; IF:0,1,-17550;	

VFO	Управление частотой настройки приёмника.	
Установить	VFO:arg1,arg2,arg3;	arg1 — номер приёмника; arg2 — номер канала (A/B); arg3 — частота настройки, Гц.
Прочитать	VFO:arg1,arg2;	
Ответ	VFO:arg1,arg2,arg3;	
Тип	двунаправленное управление	
Пример	VFO:0,1,7100000; VFO:1,0,14250000; VFO:0,1;	

MODULATION	Управление видами связи.	
Установить	MODULATION:arg1,arg2;	arg1 — номер приёмника; arg2 — вид связи (строка).
Прочитать	MODULATION:arg1;	
Ответ	MODULATION:arg1,arg2;	
Тип	двунаправленное управление	
Пример	MODULATION:0,LSB; MODULATION:1; MODULATION:1,NFM;	
Дополнение	Список поддерживаемых видов связи высылается клиенту при подключении к ExpertSDR3.	

TRX	Переключение режимов приём передача.	
Установить	TRX:arg1,arg2,arg3;	arg1 — номер передатчика; arg2 — флаг включения. arg3 — источник сигнала (необязательно) (TCI – брать сигнал из TCI аудиопотока). Если аргумент отсутствует, то сигнал берется из микрофона.
Прочитать	TRX:arg1;	
Ответ	TRX:arg1,arg2;	
Тип	двунаправленное управление	
Пример	TRX:0,true; TRX:0,true,tci; TRX:0,false; TRX:1;	
Дополнение	Сигнал на передачу всегда берется из выбранного в программе микрофона. Если сторонняя программа подключенная по TCI хочет передавать свой аудиосигнал, то необходимо указать третий аргумент - TCI. Это работает если включен аудиопоток по TCI, иначе берется сигнал микрофона.	

TUNE	Переключение режимов приём и излучение несущей.	
Установить	TUNE:arg1,arg2;	arg1 — номер передатчика; arg2 — флаг включения.
Прочитать	TUNE:arg1;	
Ответ	TUNE:arg1,arg2;	
Тип	двунаправленное управление	
Пример	TUNE:0,true; TUNE:0,false; TUNE:1;	

DRIVE	Управление мощностью передатчика.	
Установить	DRIVE:arg1,arg2;	arg1 — номер передатчика; arg2 — значение излучаемой мощности от 0 до 100.
Прочитать	DRIVE:arg1;	
Ответ	DRIVE:arg1,arg2;	
Тип	двунаправленное управление	
Пример	DRIVE:0,30; DRIVE:0,75; DRIVE:1;	

TUNE_DRIVE	Управление мощностью передатчика в режиме излучения несущей.	
Установить	TUNE_DRIVE:arg1,arg2;	arg1 — номер передатчика; arg2 — значение излучаемой мощности от 0 до 100.
Прочитать	TUNE_DRIVE:arg1;	
Ответ	TUNE_DRIVE:arg1,arg2;	
Тип	двунаправленное управление	
Пример	TUNE_DRIVE:0,30; TUNE_DRIVE:0,75; TUNE_DRIVE:1;	

RIT_ENABLE	Включение расстройки по приёму.	
Установить	RIT_ENABLE:arg1,arg2;	arg1 — номер приёмника; arg2 — флаг включения.
Прочитать	RIT_ENABLE:arg1;	
Ответ	RIT_ENABLE:arg1,arg2;	
Тип	двунаправленное управление	
Пример	RIT_ENABLE:0,true; RIT_ENABLE:1;	

XIT_ENABLE	Включение расстройки по передаче.	
Установить	XIT_ENABLE:arg1,arg2;	arg1 — номер передатчика; arg2 — флаг включения.
Прочитать	XIT_ENABLE:arg1;	
Ответ	XIT_ENABLE:arg1,arg2;	
Тип	двунаправленное управление	
Пример	XIT_ENABLE:0,true; XIT_ENABLE:1;	

SPLIT_ENABLE	Включение режима передачи на частоте канала В.	
Установить	SPLIT_ENABLE:arg1,arg2;	arg1 — номер передатчика; arg2 — флаг включения.
Прочитать	SPLIT_ENABLE:arg1;	
Ответ	SPLIT_ENABLE:arg1,arg2;	
Тип	двунаправленное управление	
Пример	SPLIT_ENABLE:0,true; SPLIT_ENABLE:1;	

RIT_OFFSET	Управление частотой расстройки приёмника.	
Установить	RIT_OFFSET:arg1,arg2;	arg1 — номер приёмника; arg2 — частота расстройки, Гц.
Прочитать	RIT_OFFSET:arg1;	
Ответ	RIT_OFFSET:arg1,arg2;	
Тип	двунаправленное управление	
Пример	RIT_OFFSET:0,500; RIT_OFFSET:1;	

XIT_OFFSET	Управление частотой расстройки передатчика.	
Установить	XIT_OFFSET:arg1,arg2;	arg1 — номер передатчика; arg2 — частота расстройки, Гц.
Прочитать	XIT_OFFSET:arg1;	
Ответ	XIT_OFFSET:arg1,arg2;	
Тип	двунаправленное управление	
Пример	XIT_OFFSET:0,-350; XIT_OFFSET:1;	

RX_CHANNEL_ENABLE	Управление частотой расстройки передатчика.	
Установить	RX_CHANNEL_ENABLE:arg1,arg2,arg3;	arg1 — номер приёмника; arg2 — номер канала. arg3 — флаг включения.
Прочитать	RX_CHANNEL_ENABLE:arg1,arg2;	
Ответ	RX_CHANNEL_ENABLE:arg1,arg2;	
Тип	двунаправленное управление	
Пример	RX_CHANNEL_ENABLE:0,1,true; RX_CHANNEL_ENABLE:0,1;	
Дополнение	Канал А всегда включён, управлять можно только каналом В.	

RX_FILTER_BAND	Управление шириной фильтра основной селекции.	
Установить	RX_FILTER_BAND:arg1,arg2,arg3;	arg1 — номер приёмника. arg2 — нижняя частота, Гц. arg3 — верхняя частота, Гц.
Прочитать	RX_FILTER_BAND:arg1;	
Ответ	RX_FILTER_BAND:arg1,arg2,arg3;	
Тип	двунаправленное управление	
Пример	RX_FILTER_BAND:0,30,2700; RX_FILTER_BAND:1,-2900,-70; RX_FILTER_BAND:0;	

CW_MACROS_SPEED	Управление скоростью телеграфирования для макросов.	
Установить	CW_MACROS_SPEED:arg1;	arg1 — скорость телеграфирования, WPM.
Прочитать	CW_MACROS_SPEED;	
Ответ	CW_MACROS_SPEED:arg1;	
Тип	двунаправленное управление	
Пример	CW_MACROS_SPEED:42; CW_MACROS_SPEED;	

CW_MACROS_DELAY	Управление задержкой перед началом телеграфирования после переключения на передачу.	
Установить	CW_MACROS_DELAY:arg1;	arg1 — задержка перед началом телеграфирования, мс.
Прочитать	CW_MACROS_DELAY;	
Ответ	CW_MACROS_DELAY:arg1;	
Тип	двунаправленное управление	
Пример	CW_MACROS_DELAY:100; CW_MACROS_DELAY;	

CW_KEYER_SPEED	Управление скоростью телеграфирования ключом.	
Установить	CW_KEYER_SPEED:arg1;	arg1 — скорость телеграфирования, WPM.
Тип	однонаправленное управление	
Пример	CW_KEYER_SPEED:35; CW_KEYER_SPEED:42;	
Дополнение	Отправляется только клиентом.	

VOLUME	Управление основной громкостью программы.	
Установить	VOLUME:arg1;	arg1 — значение громкости, дБ. Диапазон значений от -60 до 0 дБ, при значении -60 дБ звук отсутствует.
Прочитать	VOLUME;	
Ответ	VOLUME:arg1;	
Тип	двунаправленное управление	
Пример	VOLUME:-12; VOLUME;	

MUTE	Выключение/включение общей громкости.	
Установить	MUTE:arg1;	arg1 — флаг состояния (вкл – true, выкл – false).
Прочитать	MUTE;	
Ответ	MUTE:arg1;	
Тип	двунаправленное управление	
Пример	MUTE:true; MUTE:false; MUTE;	

RX_MUTE	Выключение/включение отдельного приемника.	
Установить	RX_MUTE:arg1,arg2;	arg1 — номер приёмника. arg2 — флаг состояния (вкл – true, выкл – false).
Прочитать	RX_MUTE:arg1;	
Ответ	RX_MUTE:arg1,arg2;	
Тип	двунаправленное управление	
Пример	RX_MUTE:0,true; RX_MUTE:1,false; RX_MUTE:0;	

RX_VOLUME			Управление громкостью каждого канала приёмника.
Установить	RX_VOLUME:arg1,arg2,arg3;	arg1 — номер приёмника. arg2 — номер канала. arg3 — уровень громкости, дБ. Диапазон значений от -60 до 0 дБ, при значении -60 дБ звук отсутствует.	
Прочитать	RX_VOLUME:arg1,arg2;		
Ответ	RX_VOLUME:arg1,arg2,arg3;		
Тип	двунаправленное управление		
Пример	RX_VOLUME:0,1,-6; RX_VOLUME:0,0;		

RX_BALANCE			Управление балансом громкости в каждом канале приемника.
Установить	RX_BALANCE:arg1,arg2,arg3;	arg1 — номер приёмника. arg2 — номер канала. arg3 — уровень громкости, дБ. Диапазон значений от -40 до +40 дБ, отрицательные значения уменьшают громкость левого канала, а правый не меняется, положительные значения уменьшают громкость правого канала, а левый не меняется.	
Прочитать	RX_BALANCE:arg1,arg2;		
Ответ	RX_BALANCE:arg1,arg2,arg3;		
Тип	двунаправленное управление		
Пример	RX_BALANCE:0,1,-6; RX_BALANCE:0,0,12; RX_BALANCE:0,1;		

MON_VOLUME			Управление громкостью самоконтроля в режиме передачи.
Установить	MON_VOLUME:arg1;	arg1 — значение громкости, дБ. Диапазон значений от -60 до 0 дБ, при значении -60 дБ звук отсутствует.	
Прочитать	MON_VOLUME;		
Ответ	MON_VOLUME:arg1;		
Тип	двунаправленное управление		
Пример	MON_VOLUME:-12; MON_VOLUME;		

MON_ENABLE			Выключение/включение самоконтроля в режиме передачи.
Установить	MON_ENABLE:arg1;	arg1 — флаг состояния (вкл – true, выкл – false).	
Прочитать	MON_ENABLE;		
Ответ	MON_ENABLE:arg1;		
Тип	двунаправленное управление		
Пример	MON_ENABLE:true; MON_ENABLE:false; MON_ENABLE;		

AGC_MODE	Управление режимом работы АРУ приёмника.	
Установить	AGC_MODE:arg1,arg2;	arg1 — номер приёмника. arg2 — режим работы. Список поддерживаемых режимов: <ul style="list-style-type: none"> • normal; • fast; • off.
Прочитать	AGC_MODE:arg1;	
Ответ	AGC_MODE:arg1,arg2;	
Тип	двунаправленное управление	
Пример	AGC_MODE:0,normal; AGC_MODE:1;	

AGC_GAIN	Управление усилением АРУ приёмника.	
Установить	AGC_GAIN:arg1,arg2;	arg1 — номер приёмника. arg2 — значение усиления, дБ. Диапазон значений от -20 до 120 дБ.
Прочитать	AGC_GAIN:arg1;	
Ответ	AGC_GAIN:arg1,arg2;	
Тип	двунаправленное управление	
Пример	AGC_GAIN:0,87; AGC_GAIN:1;	

RX_NB_ENABLE	Включение/Выключение подавителя импульсных помех приёмника.	
Установить	RX_NB_ENABLE:arg1,arg2;	arg1 — номер приёмника. arg2 — флаг состояния (вкл – true, выкл – false).
Прочитать	RX_NB_ENABLE:arg1;	
Ответ	RX_NB_ENABLE:arg1,arg2;	
Тип	двунаправленное управление	
Пример	RX_NB_ENABLE:0,true; RX_NB_ENABLE:1;	

RX_NB_PARAM	Управление параметрами подавителя импульсных помех приёмника.	
Установить	RX_NB_PARAM:arg1,arg2,arg3;	arg1 — номер приёмника. arg2 — порог срабатывания, диапазон значений: 1 ... 100. arg3 — длительность импульса, диапазон значений: 1 ... 300.
Прочитать	RX_NB_PARAM:arg1;	
Ответ	RX_NB_PARAM:arg1,arg2,arg3;	
Тип	двунаправленное управление	
Пример	RX_NB_PARAM:0,70,25; RX_NB_PARAM:1;	

RX_BIN_ENABLE	Включение/Выключение псевдостерео приёмника.	
Установить	RX_BIN_ENABLE:arg1,arg2;	arg1 — номер приёмника. arg2 — флаг состояния (вкл – true, выкл – false).
Прочитать	RX_BIN_ENABLE:arg1;	
Ответ	RX_BIN_ENABLE:arg1,arg2;	
Тип	двунаправленное управление	
Пример	RX_BIN_ENABLE:0,true; RX_BIN_ENABLE:1;	

RX_NR_ENABLE	Включение/Выключение фильтра подавляющего постоянную помеху в НЧ сигнале приёмника.	
Установить	RX_NR_ENABLE:arg1,arg2;	arg1 — номер приёмника. arg2 — флаг состояния (вкл – true, выкл – false).
Прочитать	RX_NR_ENABLE:arg1;	
Ответ	RX_NR_ENABLE:arg1,arg2;	
Тип	двунаправленное управление	
Пример	RX_NR_ENABLE:0,true; RX_NR_ENABLE:1;	

RX_ANC_ENABLE	Включение/Выключение процессора выделяющего речевой сигнал из шума НЧ сигнала приёмника.	
Установить	RX_ANC_ENABLE:arg1,arg2;	arg1 — номер приёмника. arg2 — флаг состояния (вкл – true, выкл – false).
Прочитать	RX_ANC_ENABLE:arg1;	
Ответ	RX_ANC_ENABLE:arg1,arg2;	
Тип	двунаправленное управление	
Пример	RX_ANC_ENABLE:0,true; RX_ANC_ENABLE:1;	

RX_ANF_ENABLE	Включение/Выключение фильтра подавляющего тональные сигналы в НЧ сигнале приёмника.	
Установить	RX_ANF_ENABLE:arg1,arg2;	arg1 — номер приёмника. arg2 — флаг состояния (вкл – true, выкл – false).
Прочитать	RX_ANF_ENABLE:arg1;	
Ответ	RX_ANF_ENABLE:arg1,arg2;	
Тип	двунаправленное управление	
Пример	RX_ANF_ENABLE:0,true; RX_ANF_ENABLE:1;	

RX_APF_ENABLE	Включение/Выключение фильтра выделяющего полезный сигнал в НЧ сигнале приёмника.	
Установить	RX_APF_ENABLE:arg1,arg2;	arg1 — номер приёмника. arg2 — флаг состояния (вкл – true, выкл – false).
Прочитать	RX_APF_ENABLE:arg1;	
Ответ	RX_APF_ENABLE:arg1,arg2;	
Тип	двунаправленное управление	
Пример	RX_APF_ENABLE:0,true; RX_APF_ENABLE:1;	

RX_DSE_ENABLE	Включение/Выключение процессора выполняющего пространственное позиционирование телеграфного сигнала относительно частоты настройки.	
Установить	RX_DSE_ENABLE:arg1,arg2;	arg1 — номер приёмника. arg2 — флаг состояния (вкл – true, выкл – false).
Прочитать	RX_DSE_ENABLE:arg1;	
Ответ	RX_DSE_ENABLE:arg1,arg2;	
Тип	двунаправленное управление	
Пример	RX_DSE_ENABLE:0,true; RX_DSE_ENABLE:1;	

RX_NF_ENABLE	Включение/Выключение модуля диапазонных notch фильтров.	
Установить	RX_NF_ENABLE:arg1,arg2;	arg1 — номер приёмника. arg2 — флаг состояния (вкл – true, выкл – false).
Прочитать	RX_NF_ENABLE:arg1;	
Ответ	RX_NF_ENABLE:arg1,arg2;	
Тип	двунаправленное управление	
Пример	RX_NF_ENABLE:0,true; RX_NF_ENABLE:1;	

LOCK	Управление блокировкой частоты настройки.	
Установить	LOCK:arg1,arg2;	arg1 — номер приёмника. arg2 — флаг состояния (вкл – true, выкл – false).
Прочитать	LOCK:arg1;	
Ответ	LOCK:arg1,arg2;	
Тип	двунаправленное управление	
Пример	LOCK:0,true; LOCK:1;	

SQL_ENABLE			Включение/Выключение порогового шумоподавителя.
Установить	SQL_ENABLE:arg1,arg2;	arg1 — номер приёмника. arg2 — флаг состояния (вкл – true, выкл – false).	
Прочитать	SQL_ENABLE:arg1;		
Ответ	SQL_ENABLE:arg1,arg2;		
Тип	двунаправленное управление		
Пример	SQL_ENABLE:0,true; SQL_ENABLE:1;		

SQL_LEVEL			Управление порог срабатывания порогового шумоподавителя.
Установить	SQL_LEVEL:arg1,arg2;	arg1 — номер приёмника. arg2 — порог срабатывания, дБ. Диапазон значений от -140 до 0 дБ.	
Прочитать	SQL_LEVEL:arg1;		
Ответ	SQL_LEVEL:arg1,arg2;		
Тип	двунаправленное управление		
Пример	SQL_LEVEL:0,-83; SQL_LEVEL:1;		

DIGL_OFFSET			Управление смещением частоты для вида связи DIGL.
Установить	DIGL_OFFSET:arg1;	arg1 — частота смещения, Гц. Диапазон значений от 0 Гц до 4 кГц.	
Прочитать	DIGL_OFFSET;		
Ответ	DIGL_OFFSET:arg1;		
Тип	двунаправленное управление		
Пример	DIGL_OFFSET:1500; DIGL_OFFSET;		

DIGU_OFFSET			Управление смещением частоты для вида связи DIGU.
Установить	DIGU_OFFSET:arg1;	arg1 — частота смещения, Гц. Диапазон значений от 0 Гц до 4 кГц.	
Прочитать	DIGU_OFFSET;		
Ответ	DIGU_OFFSET:arg1;		
Тип	двунаправленное управление		
Пример	DIGU_OFFSET:2200; DIGU_OFFSET;		

Список команд однонаправленного управления

TX_ENABLE	Управление центральной частотой настройки приёмника	
Ответ	TX_ENABLE:arg1,arg2;	arg1 — номер приёмника/трансивера; arg2 — передача разрешена (true)/передача запрещена (false).
Тип	однаправленное управление	
Пример	TX_ENABLE:0,true;	
Дополнение	Отправляется клиенту при подключении, если используется трансивер, тогда будет отправляться при смене диапазона, если разрешение на использование передатчика будет меняться.	

CW_MACROS_SPEED_UP	Увеличение скорости телеграфирования для макросов.	
Установить	CW_MACROS_SPEED_UP:arg1;	arg1 — количество WPM на сколько увеличиться скорость телеграфирования.
Тип	однаправленное управление	
Пример	CW_MACROS_SPEED_UP:7; CW_MACROS_SPEED_UP:2;	
Дополнение	Отправляется только клиентом.	

CW_MACROS_SPEED_DOWN	Уменьшение скорости телеграфирования для макросов.	
Установить	CW_MACROS_SPEED_DOWN:arg1;	arg1 — количество WPM на сколько уменьшится скорость телеграфирования.
Тип	однаправленное управление	
Пример	CW_MACROS_SPEED_DOWN:7; CW_MACROS_SPEED_DOWN:2;	
Дополнение	Отправляется только клиентом.	

SPOT	Передача спота для отображения.	
Установить	SPOT:arg1,arg2,arg3,arg4,arg5;	arg1 — позывной.
Тип	однаправленное управление	arg2 — вид связи.
Пример	SPOT:RN6LHF,CW,7100000,16 711680,ANY_TEXT;	arg3 — частота, Гц. arg4 — цвет ARGB. arg5 — дополнительный текст.
Дополнение	Отправляется только клиентом.	

SPOT_DELETE	Удалить спот.	
Установить	SPOT_DELETE:arg1;	arg1 — позывной.
Тип	однаправленное управление	
Пример	SPOT_DELETE:RN6LHF;	
Дополнение	Отправляется только клиентом.	

IQ_SAMPLERATE	Управление частотой дискретизации IQ сигнала.	
Установить	IQ_SAMPLERATE:arg1;	arg1 — частота дискретизации, Гц. Поддерживаемые частоты дискретизации: 48/96/192/384 кГц
Ответ	IQ_SAMPLERATE:arg1;	
Тип	однаправленное управление	
Пример	IQ_SAMPLERATE:48000;	
Дополнение	Отправляется только клиентом.	

AUDIO_SAMPLERATE	Управление частотой дискретизации НЧ аудио сигнала.	
Установить	AUDIO_SAMPLERATE:arg1;	arg1 — частота дискретизации, Гц. Поддерживаемые частоты дискретизации: 8/12/24/48 кГц
Ответ	AUDIO_SAMPLERATE:arg1;	
Тип	однаправленное управление	
Пример	AUDIO_SAMPLERATE:12000;	
Дополнение	Отправляется только клиентом.	

IQ_START	Запустить поток сигнала IQ.	
Установить	IQ_START:arg1;	arg1 — номер приёмника.
Тип	однаправленное управление	
Пример	IQ_START:0;	
Дополнение	Отправляется только клиентом.	

IQ_STOP	Остановить поток сигнала IQ.	
Установить	IQ_STOP:arg1;	arg1 — номер приёмника.
Тип	однаправленное управление	
Пример	IQ_STOP:0;	
Дополнение	Отправляется только клиентом.	

AUDIO_START	Запустить поток НЧ аудиосигнала.	
Установить	AUDIO_START:arg1;	arg1 — номер приёмника.
Тип	однаправленное управление	
Пример	AUDIO_START:0;	
Дополнение	Отправляется только клиентом.	

AUDIO_STOP	Остановить поток НЧ аудиосигнала.	
Установить	AUDIO_STOP:arg1;	arg1 — номер приёмника.
Тип	однаправленное управление	
Пример	AUDIO_STOP:0;	
Дополнение	Отправляется только клиентом.	

LINE_OUT_START	Запустить аудиопоток из линейного аудио выхода.	
Установить	LINE_OUT_START:arg1;	arg1 — номер приёмника.
Тип	однаправленное управление	
Пример	LINE_OUT_START:0;	
Дополнение	Отправляется только клиентом.	

LINE_OUT_STOP	Остановить аудиопоток из линейного аудио выхода.	
Установить	LINE_OUT_STOP:arg1;	arg1 — номер приёмника.
Тип	однаправленное управление	
Пример	LINE_OUT_STOP:0;	
Дополнение	Отправляется только клиентом.	

LINE_OUT_RECORDER_START	Начать запись аудиопотока из линейного аудио выхода.	
Установить	LINE_OUT_RECORDER_START:arg1,arg2;	arg1 — номер приёмника. arg2 — максимальное время записи (не более 300 сек).
Тип	однаправленное управление	
Пример	LINE_OUT_RECORDER_START:0,250;	
Дополнение	Отправляется только клиентом. По истечении времени запись удаляется, чтобы сохранить запись в файл необходимо в заданном временном интервале выслать команду LINE_OUT_RECORDER_SAVE.	

LINE_OUT_RECORDER_SAVE	Сохранить запись аудиопотока из линейного аудио выхода в файл.	
Установить	LINE_OUT_RECORDER_SAVE:arg1,arg2;	arg1 — номер приёмника. arg2 — полное имя файла.
Тип	однаправленное управление	
Пример	LINE_OUT_RECORDER_SAVE:0,home/user_name/record_dir/file_name.wav; LINE_OUT_RECORDER_SAVE:0,home/user_name/record_dir/file_name.mp3; LINE_OUT_RECORDER_SAVE:0,D:\record_dir\file_name.mp3;	
Дополнение	Отправляется только клиентом. Поддерживается формат записи WAVE и MP3. Для windows ОС путь содержит запрещённый символ “:”, он заменяется на символ “ ”, также можно использовать прямой и обратный слэш в пути к файлу.	

LINE_OUT_RECORDER_BREAK	Прекратить запись аудиопотока из линейного аудио выхода и удалить накопленную запись.	
Установить	LINE_OUT_RECORDER_BREAK:arg1;	arg1 — номер приёмника.
Тип	однаправленное управление	
Пример	LINE_OUT_RECORDER_BREAK:0;	
Дополнение	Отправляется только клиентом.	

SPOT_CLEAR	Удаление всех спотов.	
Установить	SPOT_CLEAR;	
Тип	однаправленное управление	
Пример	SPOT_CLEAR;	
Дополнение	Отправляется только клиентом.	

CLICKED_ON_SPOT	Уведомляет о клике мышью по споту на панораме ExpertSDR3.	
Установить	CLICKED_ON_SPOT:arg1,arg2;	arg1 — позывной. arg2 — частота, Гц.
Тип	однаправленное управление	
Пример	CLICKED_ON_SPOT:RN6LHF,7147500;	
Дополнение	Отправляется только сервером.	

RX_CLICKED_ON_SPOT	Уведомляет о клике мышью по споту на панораме ExpertSDR3.	
Установить	RX_CLICKED_ON_SPOT:arg1,arg2,arg3,arg4;	arg1 — номер приёмника. arg2 — номер канала (A/B). arg3 — позывной. arg4 — частота, Гц.
Тип	однонаправленное управление	
Пример	RX_CLICKED_ON_SPOT:0,1,RN6LHF,7147500;	
Дополнение	Отправляется только сервером.	

TX_FOOTSWITCH	Сигнал нажатия на педаль PTT.	
Установить	TX_FOOTCWATCH:arg1,arg2;	arg1 — номер приёмника. arg2 — состояние педали (нажата - true, отжата - false)
Тип	однаправленное управление	
Пример	TX_FOOTCWATCH:0,true;	
Дополнение	Отправляется только сервером.	

TX_FREQUENCY	Уведомление о текущей частоте передатчика.	
Установить	TX_FREQUENCY:arg1;	arg1 — частота передачи, Гц.
Тип	однаправленное управление	
Пример	TX_FREQUENCY:7140000;	
Дополнение	Отправляется только сервером.	

APP_FOCUS	Статус главного окна программы ExpertSDR3 (в фокусе или нет).	
Установить	APP_FOCUS:arg1;	arg1 — состояние фокуса. (в фокусе - true, не в фокусе - false)
Тип	однаправленное управление	
Пример	APP_FOCUS:true;	
Дополнение	Отправляется только сервером.	

SET_IN_FOCUS	Сделать главное окно программы ExpertSDR3 активным (в фокусе).	
Установить	SET_IN_FOCUS;	
Тип	однаправленное управление	
Пример	SET_IN_FOCUS:true;	
Дополнение	Отправляется только клиентом.	

KEYER	Сигнал нажатия на телеграфный ключ (не автоматический).	
Установить	KEYER:arg1,arg2;	arg1 — номер передатчика. arg2 — состояние нажатия (нажата - true, отжата - false)
Тип	однаправленное управление	
Пример	KEYER:0,true;	
Дополнение	Отправляется только клиентом.	

RX_SENSORS_ENABLE	Включение отправки уровня сигнала в полосе приёма.	
Установить	RX_SENSORS_ENABLE:arg1,arg2;	arg1 —флаг включения (вкл - true, выкл - false) arg2 — интервал отправки, мс (от 30 до 1000 мс, необязательный параметр)
Тип	однаправленное управление	
Пример	RX_SENSORS_ENABLE:true; RX_SENSORS_ENABLE:true,200;	
Дополнение	Отправляется только клиентом.	

TX_SENSORS_ENABLE	Включение отправки показаний измерителей передатчика.	
Установить	TX_SENSORS_ENABLE:arg1,arg2;	arg1 —флаг включения (вкл - true, выкл - false) arg2 — интервал отправки, мс (от 30 до 1000 мс, необязательный параметр)
Тип	однаправленное управление	
Пример	TX_SENSORS_ENABLE:true; TX_SENSORS_ENABLE:true,200;	
Дополнение	Отправляется только клиентом.	

RX_SENSORS	Показания измерителя мощности сигнала в полосе приёма.	
Установить	RX_SENSORS:arg1,arg2;	arg1 — номер приёмника
Тип	однаправленное управление	arg2 — мощность сигнала, дБм
Пример	RX_SENSORS:0, -71.5; RX_SENSORS:1,-112.7;	
Дополнение	Отправляется только сервером.	

TX_SENSORS	Показания измерителей передатчика.	
Установить	TX_SENSORS:arg1,arg2,arg3,arg4,arg5;	arg1 — номер передатчика arg2 — уровень микрофонного сигнала, дБм arg3 — мощность сигнала на выходе передатчика, Вт (RMS) arg4 — пиковая мощность сигнала на выходе передатчика, Вт arg5 — KCB
Тип	однаправленное управление	
Пример	TX_SENSORS:0, -27.2,47.4,67.5,1.7;	
Дополнение	Отправляется только сервером.	

Работа с аудио потоками через TCI

Благодаря протоколу [WebSocket](#) команды и аудиопотоки разделены между собой, команды передаются строками, а аудиопотоки передаются потоком байт. Аудиопоток передаётся блоками байт, у блока есть заголовок и поле данных.

Структура блока на языке СИ:

```
struct Stream
{
    uint32_t receiver;    // номер приёмника
    uint32_t sample_rate; // частота дискретизации
    uint32_t format;      // всегда равен 4 (float 32 bit)
    uint32_t codec;       // алгоритм сжатия (не реализовано), всегда 0
    uint32_t crc;         // контрольная сумма (не реализовано), всегда 0
    uint32_t length;      // количество отсчётов
    uint32_t type;        // тип потока
    uint32_t reserv[9];   // зарезервировано
    float    data[4096];  // сэмплы
};
```

Тип потока определяется перечислением:

```
enum StreamType
{
    IQ_STREAM      = 0,    // Поток IQ сигнала приёмника
    RX_AUDIO_STREAM = 1,    // Аудиопоток приёмника
    TX_AUDIO_STREAM = 2,    // Аудиопоток для передатчика
    TX_CHRONO      = 3,    // Поток маркеров времени для передачи аудио сигнала
    LINEOUT_STREAM  = 4     // Аудиопоток линейного аудио выхода
}
```

После подключения клиент может включить получение IQ потока командой [IQ_START](#), после отправки этой команды ExpertSDR3 начинает отправлять IQ поток. В поле `Stream.length` указывается количество [float](#) отсчётов, но сам сигнал представляет собой массив комплексных отсчётов, поэтому количество комплексных отсчётов будет вдвое меньше.

Аудиопоток приёмника и линейного аудио выхода полностью повторяет IQ поток, в нём также передаётся два канала, левый и правый, но когда выбраны виды связи [DIGL/DIGU](#), будет передаваться комплексный сигнал, для упрощения работы программ цифровых видов связи.

Отправка аудиопотока передатчику имеет определённые особенности: ExpertSDR3 отправляет временной маркер [TX_CHRONO](#), который уведомляет клиента о необходимости отправить аудиосигнал, помеченный как [TX_AUDIO_STREAM](#), с заданным количеством отсчётов в поле `Stream.length`. Временные маркеры отправляются без ожидания ответа от клиента. Если сигнал на отправку в ExpertSDR3 ещё не готов, то клиент может не отправлять ответ или может отправить сигнал с обнулёнными отсчётами, что соответствует отсутствию сигнала - такой вариант предпочтительнее.

Особенности работы TCI сервера в ExpertSDR3

Сервер выполняет синхронизацию всех подключённых к нему клиентов - это задача очень сложная, поэтому в работе сервера имеются особенности, которые нужно учитывать при написании собственного клиента.

Количество команд довольно большое и увеличивается с выходом каждой новой версии ExpertSDR3, но это не мешает эффективно выполнять синхронизацию всех подключённых клиентов. В основе лежит иерархия, однозначно определяющая ведущего и ведомого. Если несколько клиентов попытаются управлять одним и тем же параметром одновременно, приоритет будет у того, кто был первым, но наивысший приоритет всегда у оператора ExpertSDR3. Даже если один из клиентов управляет одним из параметров, оператор всегда может перехватить управление.

Важно знать, что в ExpertSDR3 реализовано запоминание некоторых настроек по диапазонам и видам связи. Когда меняется частотный диапазон клиентам отправляются все изменённые параметры в определённой последовательности. Например, если клиент задаёт частоту, которая соответствует другому частотному диапазону, ExpertSDR3 установит эту частоту и сменит частотный диапазон, затем программа восстановит настройки и отправит их подключённым клиентам. Когда ExpertSDR3 является инициатором изменения параметра, он захватывает управление над ним на 200 мс и клиенты не могут его изменить в течении этого времени. Это же правило работает если один из клиентов управляет параметром, в то время как остальные клиенты могут только получать уведомления, но перехватить управление не могут до тех пор пока не пройдёт 200 мс после того как захвативший управление клиент не прекратит менять параметр.

Работа с CW макросами тоже имеет особенности, так как работа с макросами проектировалась с акцентом на работу в контекстах, но это не мешает использованию макросов в повседневной работе в эфире. В протоколе реализовано две команды для передачи текстового сообщения в CW, первая и самая простая [CW_MACROS](#) передаёт текст в эфир, во время передачи макроса можно добавить в очередь ещё макросы и они все будут переданы в эфир в порядке добавления. Вторая команда [CW_MSG](#) имеет более сложную структуру, префикс, позывной и суффикс. До того как позывной не передан в эфир его можно редактировать, но если во время передачи такого сообщения повторно отправить [CW_MSG](#) с префиксом, позывным и суффиксом, тогда текущая сессия будет прекращена и сразу начнётся новая сессия передачи сообщения. Если во время передачи [CW_MSG](#) послать [CW_MACROS](#) то он помещается в очередь на отправку после завершения передачи сообщения. Если во время передачи [CW_MACROS](#) послать команду [CW_MSG](#), в таком случае немедленно будет прекращена передача макроса и начнётся передача сообщения, так как сообщение имеет приоритет выше.

Заключение

Протокол TCI постоянно развивается. С выходом каждой новой версии программы ExpertSDR3, расширяется количество команд, что позволяет увеличить функциональность программ и устройств, подключаемых к ExpertSDR3.

Команда разработчиков всегда прислушивается к мнению пользователей ExpertSDR3. Мы стараемся делать наш продукт удобным как для разработчиков программного обеспечения, позволяя им не тратить много времени на интеграцию своих программ и устройств, так и для рядовых пользователей, которым важна не техническая сторона, а удобство и простота использования.

Каждый из вас может внести вклад в развитие программы. Ваши предложения, пожелания и замечания помогут нам сделать ExpertSDR3 лучше.