УТВЕРЖДАЮ

Директор

ООО «ГТЛАБ»

_____ А.А. Кирпичев

« ____ » _____ 2026 г.

Инструкция пользователя программы измерения и калибровки GTL-FR

Руководство пользователя

Сентябрь, 2026 г.

1 Назначение программы

Программа предназначена для работы технического персонала с частотными характеристиками датчиков. Перед запуском выберите Mode, проверьте каналы, единицы и заполнение таблиц; результаты операций записываются в Result.

Calibration / Calibration определяет коэффициент преобразования датчика Ref: известный коэффициент прибора Cal берётся из Cal FR, по измеренным уровням рассчитываются Quantity и K Ref. Результат записывается в Result и Ref FR.

Calibration / Verification проверяет калибровочный прибор Cal по уже откалиброванному датчику Ref. Измеренный K Cal записывается в Result; таблицы Cal FR, Ref FR и Reprod FR не изменяются. Автоматического решения «годен/не годен» нет.

Measurement определяет коэффициент преобразования DUT относительно датчика Ref с данными из Ref FR. Результат записывается в Result.

Дополнительные функции:

Auto update Reprod FR - расчёт и обновление коэффициента воспроизводящего тракта после Calibration или Measurement.

Auto verify Calibration - автоматический запуск Verification после успешного завершения операции Calibration.

Для самостоятельного запуска подготовьте данные Cal FR для Calibration, Ref FR для Verification и Measurement, а для связи Generator и Quantity — точную частоту в Reprod FR. Затем выполните контрольный запуск одной строки и проверьте Result и Log.

2 Подключение устройства D008

Ориентировочная схема приведена в табл. 1. Используйте её только после сверки с паспортом D008 и фактической коммутацией стенда.

Таблица 1 — Подключение устройства D008: пример из исходной инструкции, требующий сверки со схемой стенда.

Цепь / Элемент	Куда подключается	Назначение
Питание	5V устройства D008	Обеспечение питания
Input[0]	Датчик в вибростенде	Датчик, закреплённый в вибростенде

Цепь / Элемент	Куда подключается	Назначение
Input[1]	Измерительный эталон/исследуемый датчик	Измерительный эталон/исследуемый датчик
Output	Генератор через усилитель	Формирование управляющего воздействия для вибростенда
LAN	Сеть Ethernet	Приём команд

3 Начало работы

После запуска откройте Settings, Config, Result, Log и Plots; при настройке входных цепочек используйте Oscillograph. У каждого окна своя роль: См. рис. 2.

Назначение окон приведено в табл. 2.

Таблица 2 — Назначение основных окон программы.

Окно	Что в нём проверить
Settings	Устройство, режим и операция, Units, флажки и настройки запуска.
Config	Строки частот, время, генератор, Quantity, каналы, Enabled и Base.
Result	Рассчитанные значения текущего запуска.
Plots	Временные сигналы waves и итоговые графики.
Log	Сообщения о запуске, результате и ошибках.
Oscillograph	Независимый просмотр выбранных пользователем каналов и фильтров.

Общий вид окон показан ниже. Снимок относится к GTL-FR 0.7.1 build 17 и служит ориентиром расположения; значения полей на нём не являются образцом настройки. См. рис. 1.

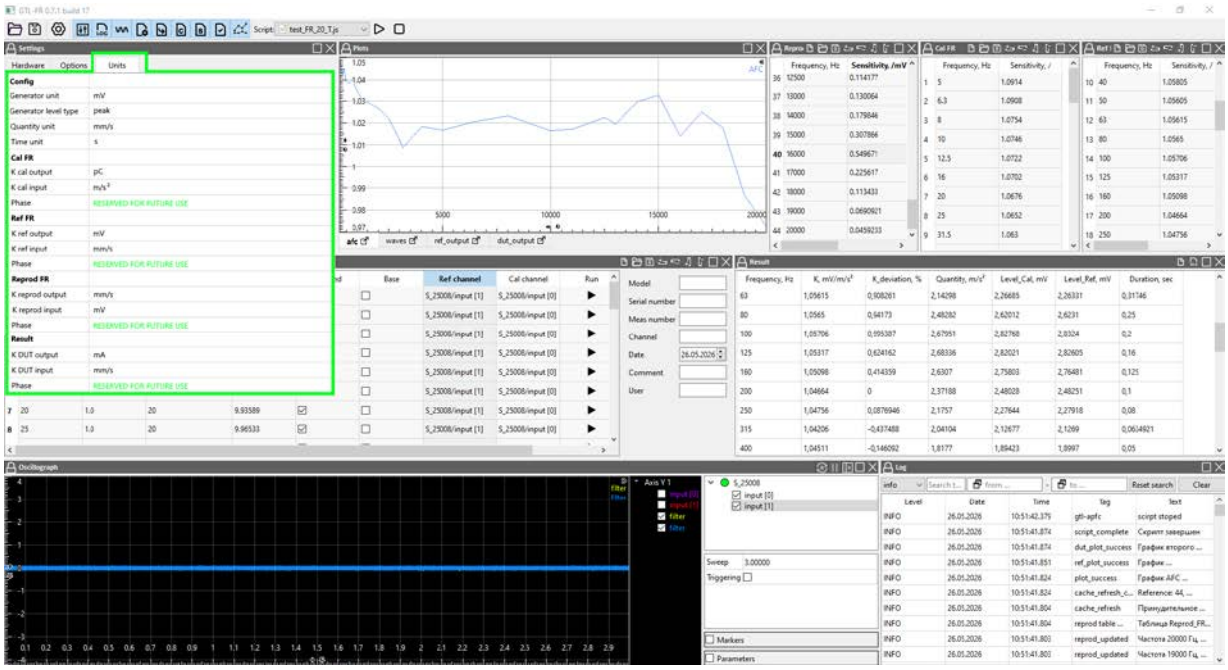


Рисунок 1 — Общий вид Settings, Config, Result, Plots, FR-таблиц, Log и Oscillograph в GTL-FR 0.7.1 build 17.

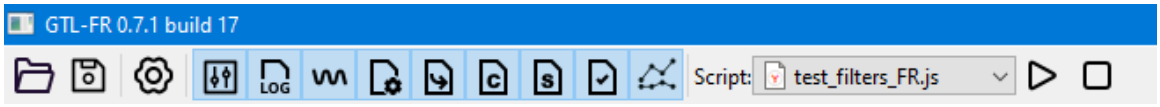


Рисунок 2 — Главная панель и выбор скрипта.

На вкладке Settings Hardware убедитесь, что устройство отображается с зелёным индикатором. Для добавления устройства нажмите правой кнопкой мыши, выберите Add hardware и укажите его параметры. См. рис. 3.

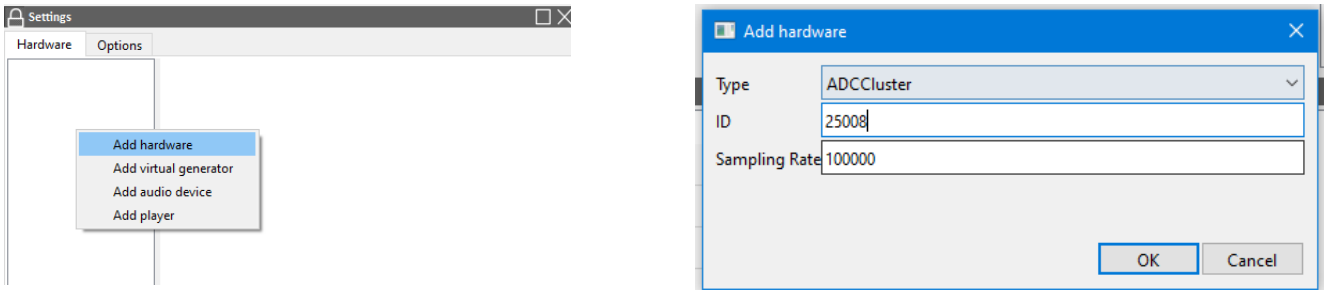


Рисунок 3 — Окно Settings Hardware и команда Add hardware.

Проверьте входные каналы и цепочки обработки. В строке Config выберите Ref channel и Cal channel либо DUT channel. Скрипт передаёт выбранное имя канала в gtl.fr.analog_input(channel_name). См. рис. 4.

Функция возвращает уже настроенный в программе источник: исходный вход или выход выбранного для него фильтра. Скрипт не создаёт запасной фильтр и не перенастраивает источник. Один и тот же возвращённый источник используется для расчёта InstantRMS и для графика waves.

Для чтения расчёта: channel_name — имя источника, не физическая величина; отсчёты возвращённого источника имеют единицу U_Ref, U_Cal или U_DUT. InstantRMS берёт src с этой единицей и Time [c], а возвращённый Level имеет ту же единицу, что и входные отсчёты.

Если источник не найден, в Log появляется ошибка подготовки канала и измерение не продолжается. Oscillograph настраивается отдельно; выбранные в нём кривые скрипт не меняет.

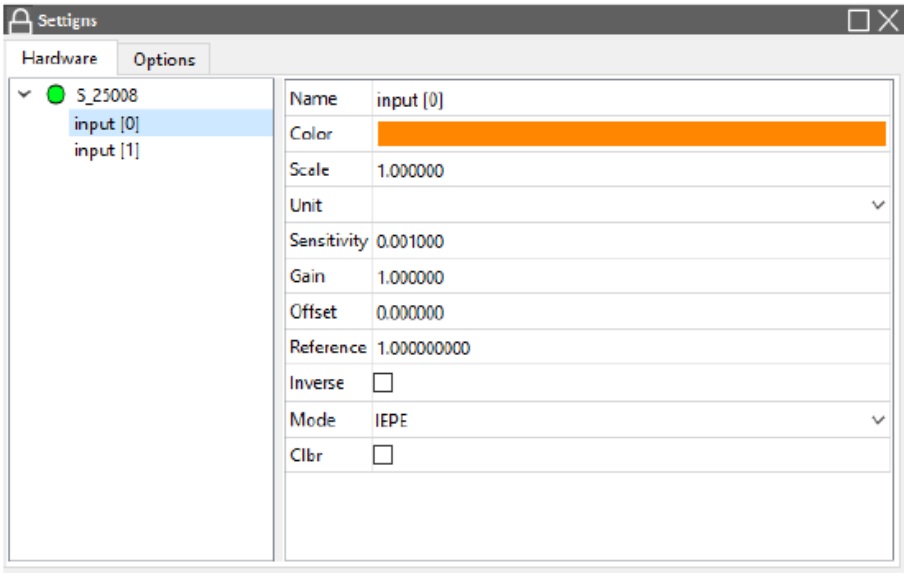


Рисунок 4 — Настройка входного канала в Settings Hardware.

4 Подключение скрипта и экспорта в Excel

В окне Options укажите путь к GTL_FR_7.js. Скрипт импортирует hardware.js, поэтому аппаратный модуль должен быть доступен среде выполнения. См. рис. 5.

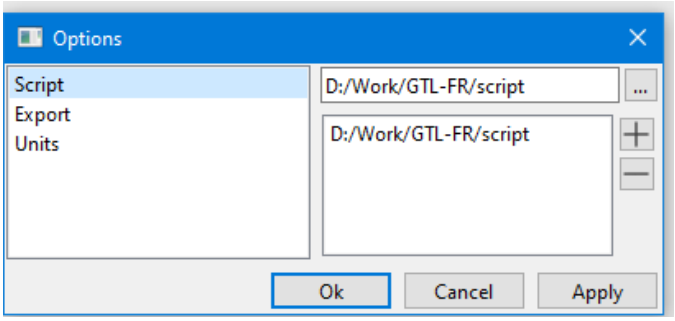


Рисунок 5 — Путь к скрипту в окне Options.

Если используется экспорт протокола, на вкладке Export укажите путь к шаблону Excel и адреса начальных ячеек. См. рис. 6.

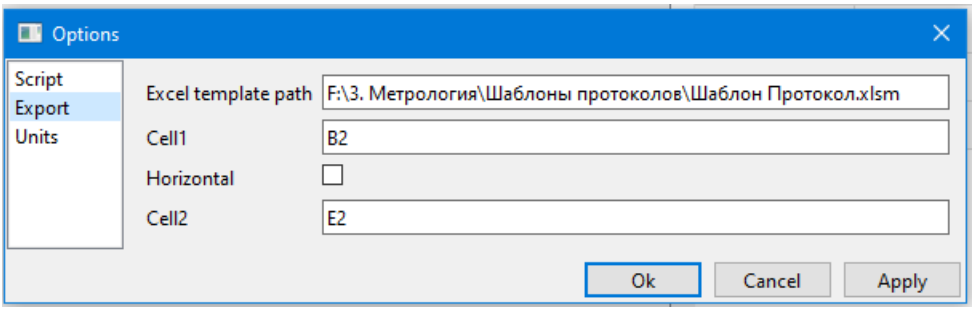


Рисунок 6 — Параметры экспорта в Excel в окне Options.

После сохранения настроек выберите GTL_FR_XX.js в поле Script на главной панели. См. рис. 7.

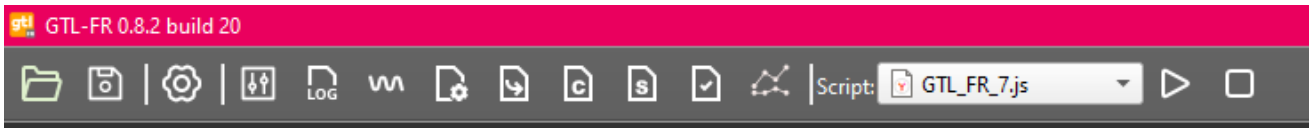


Рисунок 7 — Главная панель с выбранным GTL_FR_XX.js.

5 Основные таблицы программы

Config - таблица строк измерения: частота, время, уровни генератора, каналы и параметры предварительной обработки.

Cal FR - коэффициенты преобразования калибровочного прибора, используемые в операции Calibration.

Ref FR - коэффициенты датчика Ref. Таблица заполняется в Calibration и используется в Verification и Measurement.

Reprod FR - коэффициенты воспроизводящего тракта, связывающие Generator и Quantity.

Result - результаты расчёта для строк Config.

Размерности основных полей сведены в табл. 3.

Таблица 3 — Размерности основных полей FR-таблиц и Result.

Таблица	Поле	Размерность значения
Cal FR	Frequency; K Cal	Гц; U_Cal/U_Q
Ref FR	Frequency; K Ref	Гц; U_Ref/U_Q
Reprod FR	Frequency; K reprod	Гц; U_Q/U_G
Result	Frequency; K; K deviation; K absolute deviation	Гц; U_Ref/U_Q в Calibration, U_Cal/U_Q в Verification,

		U_DUT/U_Q в Measurement; %; %
Result	Quantity; Level Cal/Level DUT; Level Ref	U_Q; U_Cal или U_DUT; U_Ref
Result	Duration; Generator	c; U_G

Для фактических единиц текущего проекта используйте заголовки таблиц и Settings → Units. См. рис. 8.

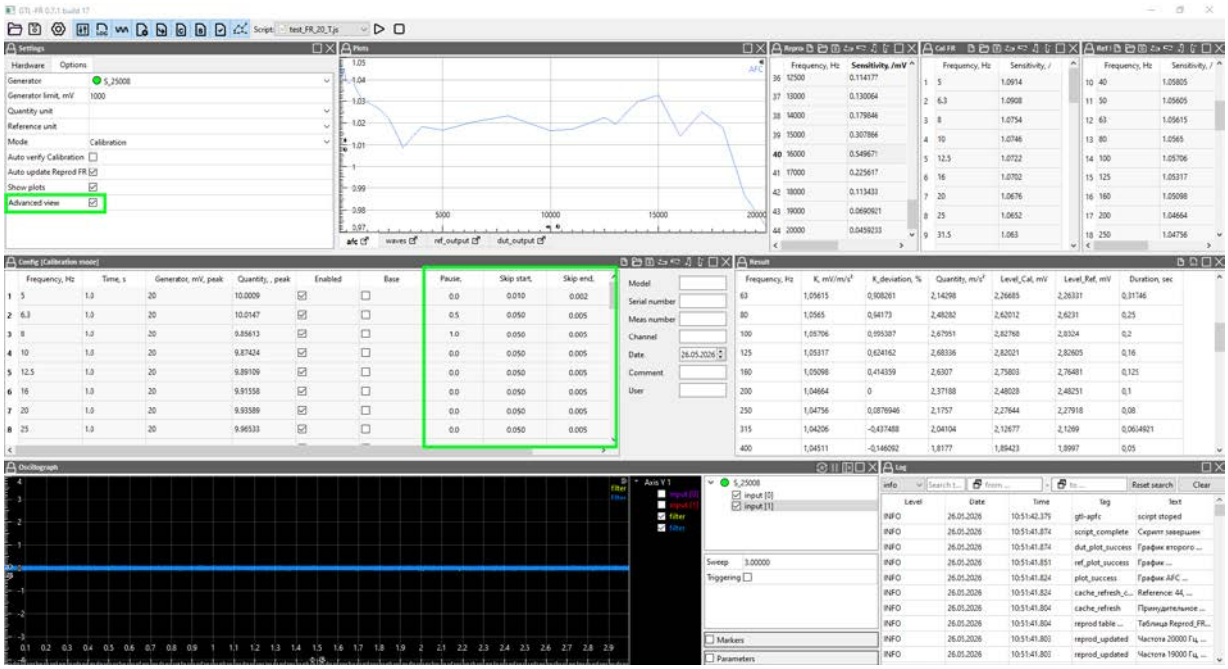


Рисунок 8 — Пример расположения Config, Reprod FR, Cal FR, Ref FR и Result.

Обозначения размерностей: U_G — единица уровня Generator из Settings → Units; U_Q — единица Quantity; U_Ref, U_Cal и U_DUT — единицы уровней соответствующих входных источников. Для корректного расчёта эти единицы должны быть согласованы вручную: вкладка Units меняет текст подписи, но не пересчитывает значения.

Для Cal FR и Ref FR скрипт использует точное значение частоты или линейную интерполяцию между соседними точками. Экстраполяция за пределами таблицы не выполняется. Если таблица содержит одну точку, допускается только точное совпадение.

Для таблиц FR частота задаётся в герцах, а коэффициент K — отношением единицы выхода к единице входа. В Result Duration равен Time текущей строки и имеет размерность секунд.

6 Таблица Config

Перед запуском заполните таблицу Config. Скрипт проверяет строки, которые интерфейс передал ему для запуска; строки с незаданными каналами или генератором интерфейс может исключить из Run all и отметить ошибкой в Log.

Основные поля:

Единицы измерения основных полей приведены в табл. 4.

Таблица 4 — Поля и единицы измерения таблицы Config.

Поле Config	Ед.	Практическое значение
Frequency	Гц	Частота генератора и поиска данных в FR-таблицах.
Time	с	Полезный интервал InstantRMS; строго больше нуля.
Generator preset	U_G	Уровень ЦАП для Calibration / Calibration.
Generator	U_G	Уровень ЦАП для Verification и Measurement.
Quantity	U_Q	Физическая величина, связанная с Generator через Reprod FR.
Pause, Skip start, Skip end	с	Неотрицательные интервалы времени.
Enabled, Base	нет	Флажки выбора строки и базовой строки.
Ref, Cal, DUT channel	нет	Имена выбранных входных источников.

- Frequency - частота генератора и расчёта, Гц. Значение должно быть больше нуля.
- Time — полезная длительность расчёта RMS, с. Поле обязательно и должно быть больше нуля.
- Generator preset — уровень запуска генератора в Calibration / Calibration, в единице U_G, указанной в Settings → Units.
- Generator — уровень запуска генератора в Verification и Measurement, в той же единице U_G.
- Quantity — задаваемая физическая величина в единице U_Q. Фактическое Quantity в Result вычисляется из измеренных уровней.
- Enabled - включает строку в Run all. Для Calibration и Measurement используются независимые наборы флагов.

- Base - базовая строка для расчёта K deviation. При Run all базовая строка выполняется первой.
- Ref channel - канал Ref; его роль зависит от операции.
- Cal channel - канал калибровочного прибора в Calibration и Verification.
- DUT channel - канал исследуемого датчика в Measurement.
- Pause — пауза после текущей строки перед следующей строкой Run all, с.
- Skip start — начальный участок сырой записи до RMS, с.
- Skip end — конечный участок сырой записи после RMS, с.
- В Calibration используются Ref channel и Cal channel. Поле Operation выбирает Calibration или Verification.
- В Measurement используются Ref channel и DUT channel. Значения Cal channel и DUT channel хранятся раздельно.
- Calibration / Calibration использует Generator preset. Verification и Measurement используют Generator.

Generator level type (например, peak или RMS) — способ задания уровня, а не единица измерения. Скрипт передаёт числовой уровень аппаратному модулю без автоматического преобразования peak ↔ RMS и без смены U_G.

При запуске аппаратного модуля freq передаётся в герцах, а ampl — числовым значением Generator preset или Generator в выбранной единице U_G. Проверяйте соответствие подписи U_G настройке ЦАП и усилителя.

Параметры Generator и Quantity

Generator preset не связан с Quantity. Generator связан с Quantity через Reprod FR в сценариях, где используется Generator.

$$Quantity\ [U_Q] = Generator\ [U_G] \times K_reprod\ [U_Q/U_G]$$

$$Generator\ [U_G] = Quantity\ [U_Q] / K_reprod\ [U_Q/U_G]$$

Связь работает при точном совпадении Frequency с точкой Reprod FR. При редактировании Quantity интерфейс округляет вычисленный Generator до целого уровня и ограничивает его допустимым диапазоном; при редактировании Generator пересчитывает Quantity. Перед запуском Verification скрипт сохраняет положительный Generator, если он уже задан, и

пересчитывает Quantity по нему. Только если Generator не задан, но Quantity положителен, скрипт вычисляет Generator. После загрузки Config обязательно проверьте оба поля: интерфейс может пересчитать Generator из Quantity.

Предварительная обработка

Поля Pause, Skip start и Skip end отображаются при включённом Advanced view. Скрытие столбцов не меняет их значения.

$$Raw\ time\ [c] = Skip\ start\ [c] + Time\ [c] + Skip\ end\ [c]$$

Пустые Pause, Skip start и Skip end принимаются равными 0. Пустой Time является ошибкой. Time должен быть больше нуля; Pause, Skip start и Skip end - не меньше нуля.

Если в Units задана иная подпись Time unit, это не переводит секунды в другую единицу. Для данного скрипта временные поля вводите в секундах и подпишите их «s».

Run выполняет одну строку. Run all передаёт строки с Enabled текущего режима. Скрипт очищает Result только тогда, когда ему передано более одной строки, и только после проверки Config и подготовки первой строки. См. рис. 9, рис. 10, рис. 11, рис. 12.

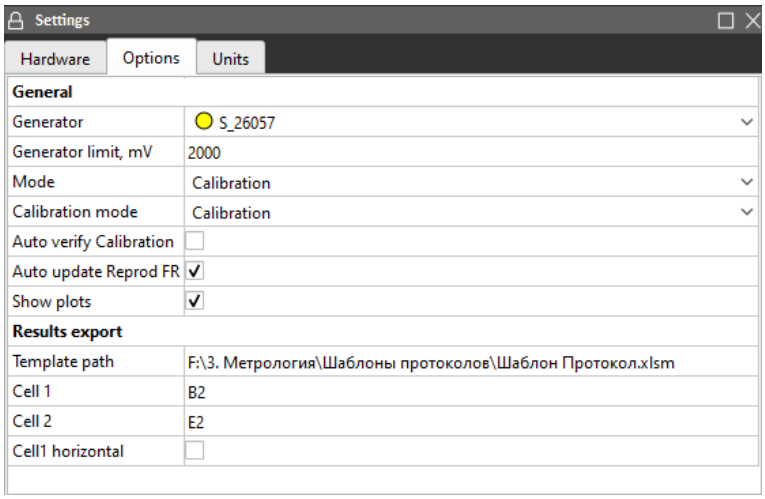
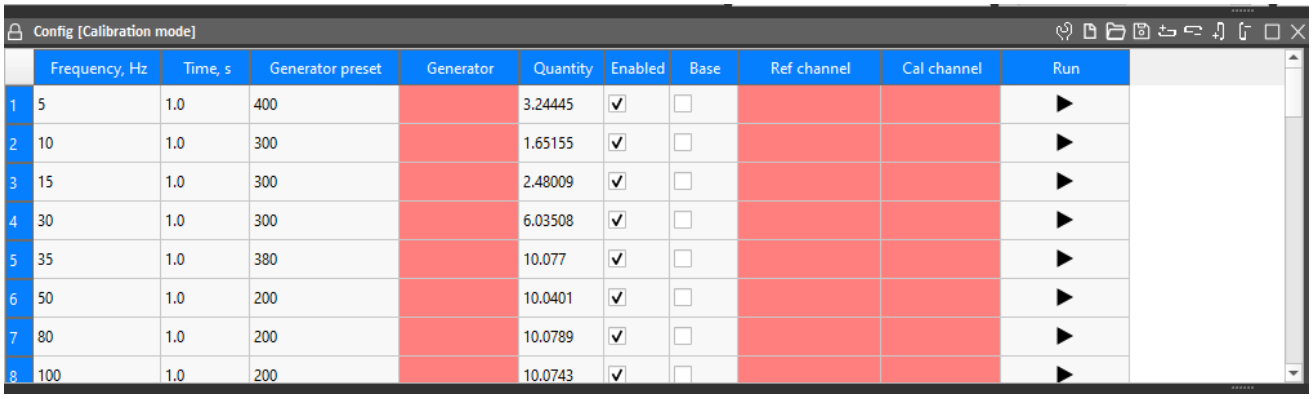
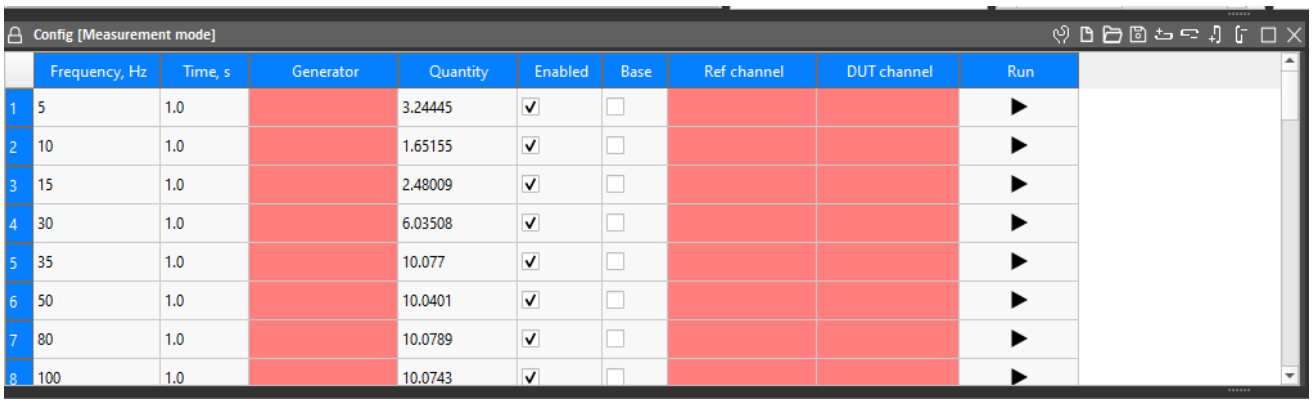


Рисунок 9 — Settings с полями Mode, Operation и дополнительными флажками.



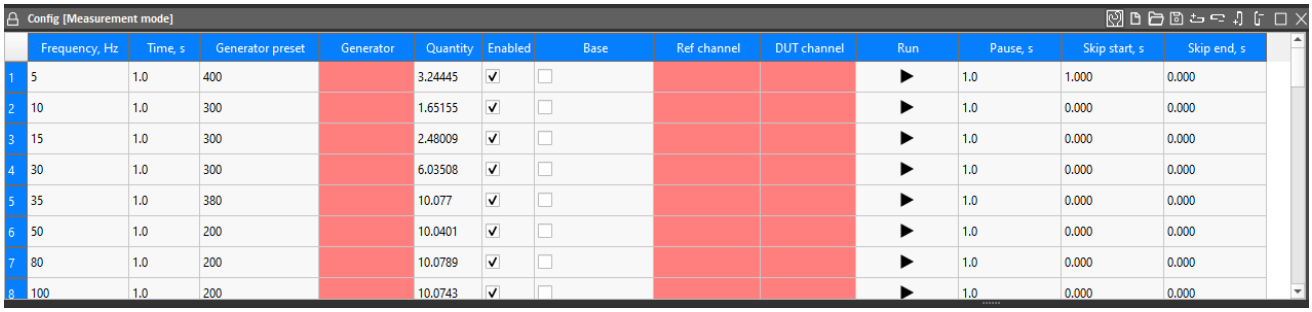
	Frequency, Hz	Time, s	Generator preset	Generator	Quantity	Enabled	Base	Ref channel	Cal channel	Run
1	5	1.0	400		3.24445	☑	☐			▶
2	10	1.0	300		1.65155	☑	☐			▶
3	15	1.0	300		2.48009	☑	☐			▶
4	30	1.0	300		6.03508	☑	☐			▶
5	35	1.0	380		10.077	☑	☐			▶
6	50	1.0	200		10.0401	☑	☐			▶
7	80	1.0	200		10.0789	☑	☐			▶
8	100	1.0	200		10.0743	☑	☐			▶

Рисунок 10 — Config Calibration mode с Generator preset, Generator, Quantity, Ref channel и Cal channel.



	Frequency, Hz	Time, s	Generator	Quantity	Enabled	Base	Ref channel	DUT channel	Run
1	5	1.0		3.24445	☑	☐			▶
2	10	1.0		1.65155	☑	☐			▶
3	15	1.0		2.48009	☑	☐			▶
4	30	1.0		6.03508	☑	☐			▶
5	35	1.0		10.077	☑	☐			▶
6	50	1.0		10.0401	☑	☐			▶
7	80	1.0		10.0789	☑	☐			▶
8	100	1.0		10.0743	☑	☐			▶

Рисунок 11 — Config Measurement mode с Generator, Quantity, Ref channel и DUT channel.



	Frequency, Hz	Time, s	Generator preset	Generator	Quantity	Enabled	Base	Ref channel	DUT channel	Run	Pause, s	Skip start, s	Skip end, s
1	5	1.0	400		3.24445	☑	☐			▶	1.0	1.000	0.000
2	10	1.0	300		1.65155	☑	☐			▶	1.0	0.000	0.000
3	15	1.0	300		2.48009	☑	☐			▶	1.0	0.000	0.000
4	30	1.0	300		6.03508	☑	☐			▶	1.0	0.000	0.000
5	35	1.0	380		10.077	☑	☐			▶	1.0	0.000	0.000
6	50	1.0	200		10.0401	☑	☐			▶	1.0	0.000	0.000
7	80	1.0	200		10.0789	☑	☐			▶	1.0	0.000	0.000
8	100	1.0	200		10.0743	☑	☐			▶	1.0	0.000	0.000

Рисунок 12 — Config при включённом Advanced view с Pause, Skip start и Skip end.

7 Операция Calibration

Выберите Mode = Calibration и Operation = Calibration. Операция рассчитывает коэффициент датчика Ref.

В расчёте используются:

- Ref channel - калибруемый датчик.
- Cal channel - калибровочный прибор с коэффициентом из Cal FR.

Коэффициент K Cal берётся из Cal FR для точной частоты или рассчитывается линейной интерполяцией внутри диапазона таблицы.

Формулы расчёта:

$$Quantity_actual\ [U_Q] = Level_Cal\ [U_Cal] / K_Cal\ [U_Cal/U_Q]$$

$$K_Ref\ [U_Ref/U_Q] = Level_Ref\ [U_Ref] / Quantity_actual\ [U_Q]$$

Результат записывается в Result, а K Ref — в Ref FR. Скрипт сортирует накопленные обновления по частоте перед записью, но уже существующие строки Ref FR автоматически не пересортировывает

8 Auto update Reprod FR

Если включён Auto update Reprod FR, после обычной Calibration или Measurement скрипт рассчитывает коэффициент воспроизводящего тракта.

- В Calibration фактически использованным уровнем является Generator preset.
- В Measurement фактически использованным уровнем является Generator.

$$K_reprod\ [U_Q/U_G] = Quantity_actual\ [U_Q] / Generator_actual\ [U_G]$$

Результат записывается в Reprod FR. В Verification таблица Reprod FR не изменяется независимо от состояния Auto update Reprod FR. См. рис. 14.

9 Операция Verification

Verification является операцией внутри Calibration mode. Её можно выбрать вручную в поле Operation.

Значения каналов не переставляются. Используются исходные Ref channel и Cal channel.

В Verification меняются роли каналов:

- Ref channel - опорный датчик с коэффициентом из Ref FR.
- Cal channel - измеряемый калибровочный прибор.

K Ref берётся из Ref FR для точной частоты или рассчитывается линейной интерполяцией внутри диапазона таблицы.

Формулы расчёта:

$$Quantity_actual\ [U_Q] = Level_Ref\ [U_Ref] / K_Ref\ [U_Ref/U_Q]$$

$$K_Cal_measured\ [U_Cal/U_Q] = Level_Cal\ [U_Cal] / Quantity_actual\ [U_Q]$$

Для запуска используется Generator. Таблицы Cal FR, Ref FR и Reprod FR в Verification не изменяются.

Результат записывается в Result. Автоматическая оценка Pass или Fail отсутствует; измеренный K сравнивается с Cal FR пользователем. Кривая afc называется Cal FR verification

10 Auto verify Calibration

Флажок Auto verify Calibration запускает Verification после успешного завершения операции Calibration.

- Скрипт переключает внутреннюю операцию на Verification и повторно выполняет выбранные строки.
- Используются те же Ref channel и Cal channel, значения Enabled режима Calibration и правило запуска базовой строки первой.
- Этап Verification использует Generator. Для каждой строки требуется точная частота в Reprod FR.
- Если одновременно включён Auto update Reprod FR, Reprod FR обновляется на этапе Calibration, но не на этапе Verification.

Итоговый Result содержит результаты этапа Verification.

11 Режим Measurement

Measurement рассчитывает коэффициент преобразования DUT.

В расчёте используются:

- Ref channel - опорный датчик с коэффициентом из Ref FR.
- DUT channel - исследуемый датчик.

K Ref берётся из Ref FR для точной частоты или рассчитывается линейной интерполяцией внутри диапазона таблицы.

Формулы расчёта:

$$Quantity_actual\ [U_Q] = Level_Ref\ [U_Ref] / K_Ref\ [U_Ref/U_Q]$$

$$K_DUT\ [U_DUT/U_Q] = Level_DUT\ [U_DUT] / Quantity_actual\ [U_Q]$$

В Result записываются Frequency, K, K deviation, K absolute deviation, Quantity, Level DUT, Level Ref, Duration и фактически использованный Generator. Duration равно Time текущей строки.

Для отклонений используется K базовой строки. K и K_base должны иметь одну размерность U_out/U_Q, где U_out — единица выходного уровня Ref, Cal или DUT по операции. После расчёта Base скрипт пересчитывает отклонения уже записанных строк.

$$K_deviation\ [\%] = (K\ [U_out/U_Q] - K_base\ [U_out/U_Q]) / K_base\ [U_out/U_Q] \times 100\ \%$$

$$K\ absolute\ deviation\ [\%] = |K_deviation\ [\%]|$$

12 Графики

Графики создаются только при включённом Show plots и наличии данных.

- waves - график текущей строки. Предыдущий waves удаляется перед построением следующей строки.
- waves показывает полный сырой интервал Skip start + Time + Skip end для двух источников.

Текущая версия передаёт каждый сохранённый отсчёт без ограничения числа точек.

Источник waves совпадает с объектом gtl.fr.analog_input(): это может быть сырой канал или настроенный выход фильтра. После завершения этапа строятся afc, ref_output и cal_output либо dut_output. Имя кривой afc: Ref FR, Cal FR verification или DUT FR. См. рис. 17.

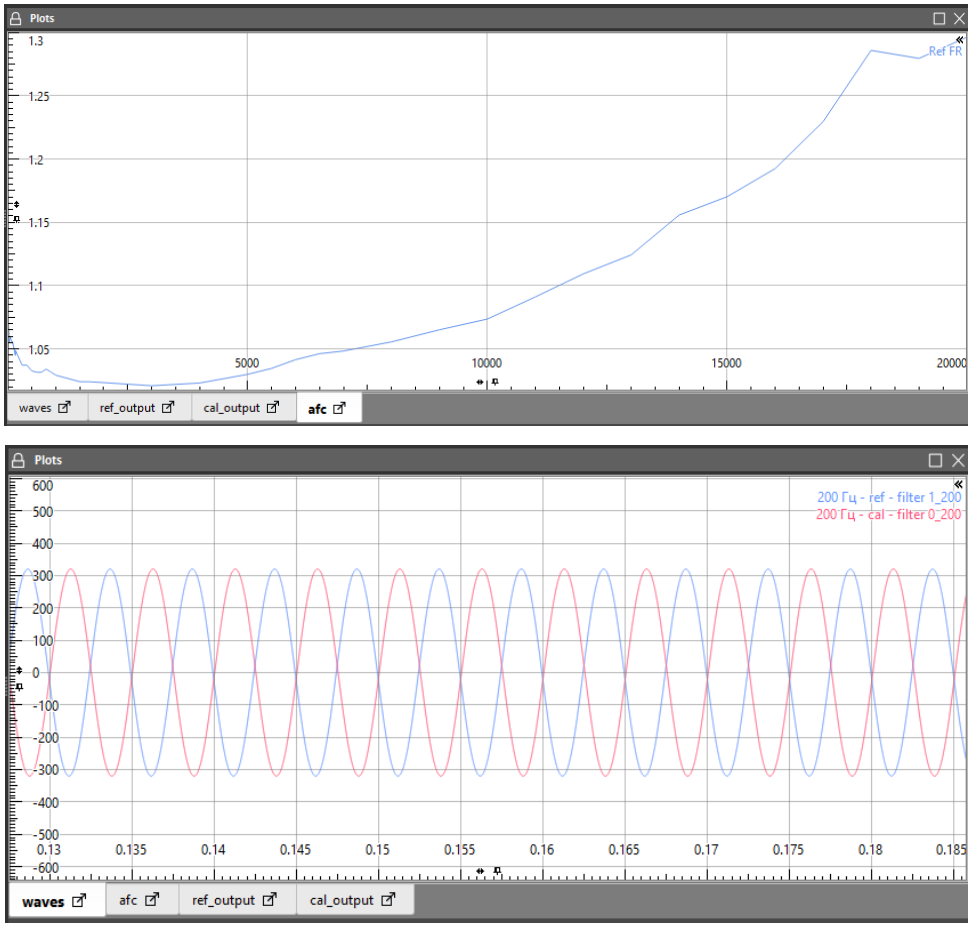


Рисунок 17 — Окна waves и afc после завершённого запуска.

13 Осциллограф

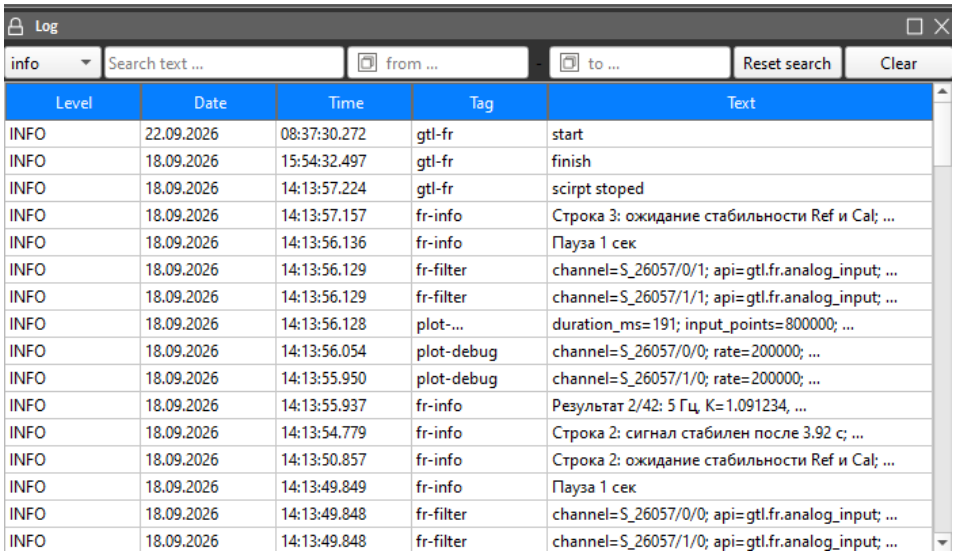
Окно Oscillograph работает независимо от скрипта. Скрипт не очищает его, не добавляет кривые и не меняет настройки.

Источники и фильтры осциллографа пользователь выбирает в интерфейсе программы.

14 Журнал и диагностика

Log показывает старт и завершение этапа, результаты строк, выбранные источники каналов, паузы, параметры построения графиков и ошибки.

Для диагностики waves используются сообщения plot-debug и plot-performance. При критической ошибке скрипт останавливает генератор и завершает выполнение. См. рис. 18.



Level	Date	Time	Tag	Text
INFO	22.09.2026	08:37:30.272	gtl-fr	start
INFO	18.09.2026	15:54:32.497	gtl-fr	finish
INFO	18.09.2026	14:13:57.224	gtl-fr	scirpt stoped
INFO	18.09.2026	14:13:57.157	fr-info	Строка 3: ожидание стабильности Ref и Cal; ...
INFO	18.09.2026	14:13:56.136	fr-info	Пауза 1 сек
INFO	18.09.2026	14:13:56.129	fr-filter	channel=S_26057/0/1; api=gtl.fr.analog_input; ...
INFO	18.09.2026	14:13:56.129	fr-filter	channel=S_26057/1/1; api=gtl.fr.analog_input; ...
INFO	18.09.2026	14:13:56.128	plot-...	duration_ms=191; input_points=800000; ...
INFO	18.09.2026	14:13:56.054	plot-debug	channel=S_26057/0/0; rate=200000; ...
INFO	18.09.2026	14:13:55.950	plot-debug	channel=S_26057/1/0; rate=200000; ...
INFO	18.09.2026	14:13:55.937	fr-info	Результат 2/42: 5 Гц, K=1.091234, ...
INFO	18.09.2026	14:13:54.779	fr-info	Строка 2: сигнал стабилен после 3.92 с; ...
INFO	18.09.2026	14:13:50.857	fr-info	Строка 2: ожидание стабильности Ref и Cal; ...
INFO	18.09.2026	14:13:49.849	fr-info	Пауза 1 сек
INFO	18.09.2026	14:13:49.848	fr-filter	channel=S_26057/0/0; api=gtl.fr.analog_input; ...
INFO	18.09.2026	14:13:49.848	fr-filter	channel=S_26057/1/0; api=gtl.fr.analog_input; ...

Рисунок 18 — Log с сообщениями fr-info, fr-filter, plot-debug или понятной ошибкой Config.

15 Предварительная обработка сигнала

- Time обязателен и задаёт полезный участок, по которому InstantRMS рассчитывает уровни обоих каналов.
- Skip start задаётся как задержка перед полезным измерением RMS.
- Time не включает Skip start и Skip end.
- Во время Skip end генератор продолжает работать, но этот интервал не входит в RMS.
- Полная длительность работы генератора: Skip start + Time + Skip end.
- Pause выполняется после текущей строки и до следующей строки Run all. При одиночном запуске и после последней строки Pause не применяется.
- Скрипт использует источник, возвращённый gtl.fr.analog_input(). Запасной фильтр в скрипте не создаётся.

16 Вкладка Units

Settings Units содержит текстовые единицы измерения. Они меняют подписи интерфейса, но не участвуют в расчётах и не изменяют числовые значения.

Перед запуском сравните Units с выбранными источниками и таблицами FR. Для каждого деления «уровень / K» выходная единица K должна совпадать с единицей измеренного уровня, а входная — с U_Q. Для Reprod FR проверьте K reprod [U_Q/U_G]. Программа эту совместимость не проверяет.

Группа Config содержит Generator unit, Generator level type, Quantity unit и Time unit.

Группы Cal FR, Ref FR, Reprod FR и Result содержат отдельные поля K output и K input. Полная подпись K формируется как output/(input).

Единицы сохраняются и восстанавливаются вместе с соответствующими таблицами и проектом. Загрузка единиц не запускает пересчёт числовых данных.

Пустые поля допускаются. Поля Phase зарезервированы для будущего использования. См. рис. 19.

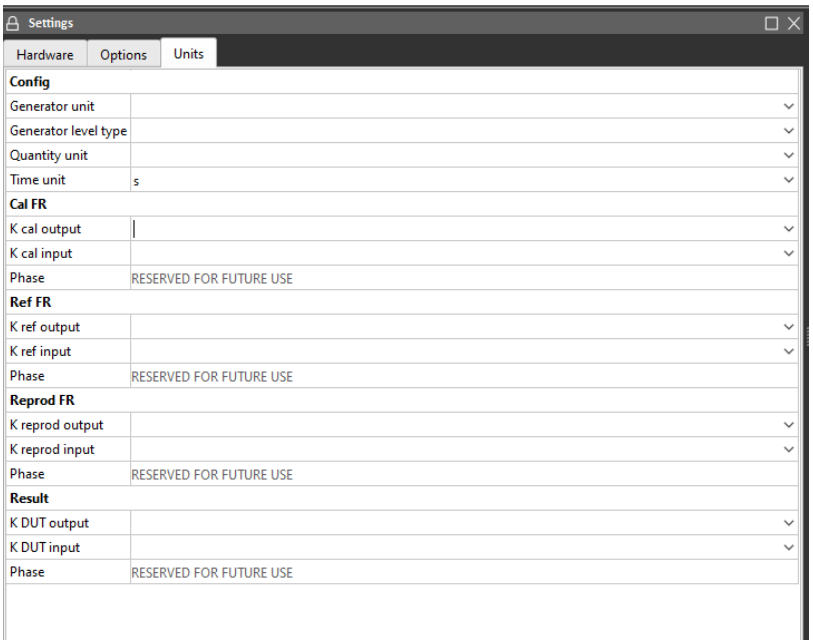


Рисунок 19 — Settings Units с группами Config, Cal FR, Ref FR, Reprod FR и Result.

17 Сохранение и загрузка Config

- Config можно сохранять и загружать в машинном формате и Excel. Машинный формат сохраняет записи и параметры таблицы, но после загрузки интерфейс применяет действующий предел уровня генератора и пересчёт Generator/Quantity.
- При загрузке Excel пустые ячейки Time, Generator preset, Generator, Quantity, Enabled, каналов, Pause, Skip start, Skip end и пользовательских столбцов получают последнее заполненное значение выше в том же столбце. Frequency не переносится вниз: первая пустая или некорректная частота прекращает чтение строк.
- Если требуется 0, False или другое конкретное значение в столбцах с переносом, его необходимо указать в Excel явно; пустая ячейка унаследует предыдущее значение.
- Base обрабатывается отдельно: загрузчик выбирает первую строку с истинным значением и не переносит Base на последующие строки. Если первая ячейка другого столбца пуста, переносить нечего: в Log фиксируется ошибка чтения, а поле получает пустое или служебное значение.

- Загрузка Excel сама по себе не подтверждает готовность Config к запуску. Проверьте сообщения чтения в Log и значения таблицы; перед включением генератора скрипт проверяет выбранные для запуска строки.
- Для машинного формата forward fill не применяется.
- Исходный Excel-файл при загрузке не изменяется.
- Вместе с таблицами сохраняются соответствующие значения Units.
- После загрузки проверьте режим, Operation, Enabled, Base, каналы и уровни генератора.

18 Порядок работы пользователя

1. Подключите устройство и проверьте входные каналы и генератор.
2. Выберите скрипт.
3. При необходимости заполните Units и параметры экспорта.
4. Выберите Mode; для Calibration выберите Operation.
5. Заполните Config: Frequency, Time, нужный уровень генератора, каналы и параметры обработки.
6. Проверьте Cal FR для Calibration, Ref FR для Verification и Measurement, точную частоту Reprod FR для связи Generator и Quantity.
7. При необходимости включите Auto update Reprod FR, Auto verify Calibration, Show plots и Advanced view.
8. Запустите Run или Run all.
9. Проверьте Result, FR-таблицы, графики и Log.

19 Возможные ошибки

- Пустая Config - запуск прекращается.
- Пустой, некорректный или неположительный Time - запуск запрещён до включения генератора.
- Отсутствующие данные Cal FR не позволяют выполнить Calibration.
- Отсутствующие данные Ref FR не позволяют выполнить Verification или Measurement.
- Verification не запускается без точной положительной точки Reprod FR для каждой частоты.
- Отрицательные Pause, Skip start или Skip end блокируют запуск всего выбранного набора.
- Calibration требует положительный Generator preset; Verification и Measurement требуют положительный Generator.

- Если Ref, Cal или DUT channel не выбран, интерфейс пишет ошибку в Log и не передаёт такую строку скрипту. При Run all остальные корректные строки могут выполниться.

20 Краткая схема режимов

- Calibration / Calibration:
- Generator preset; Ref - калибруемый датчик; Cal - калибровочный прибор.
- K берётся из Cal FR. Результат записывается в Result и Ref FR.
- При Auto update Reprod FR дополнительно обновляется Reprod FR.
- Calibration / Verification:
- Generator; те же Ref channel и Cal channel без перестановки.
- Ref используется как опорный датчик, Cal - как измеряемый прибор.
- K берётся из Ref FR. Результат записывается только в Result.
- Measurement:
- Generator; Ref - опорный датчик; DUT - исследуемый датчик.
- K берётся из Ref FR. Результат записывается в Result.
- При Auto update Reprod FR дополнительно обновляется Reprod FR.