

# 52120A

Transconductance Amplifier

Руководство пользователя



# Содержание

Глава	Название	Страница
1	<b>Введение и технические характеристики</b> .....	1-1
	Введение .....	1-3
	Как связаться с Fluke .....	1-3
	Информация по технике безопасности .....	1-4
	Символы.....	1-5
	Защитное заземление .....	1-6
	Руководства .....	1-6
	Руководство по началу работы с калибратором 52120A .....	1-6
	Руководство пользователя 52120A .....	1-6
	Распаковка и проверка изделия.....	1-7
	Информация по сервисному обслуживанию.....	1-7
	Размещение и монтаж изделия в стойке .....	1-7
	Рекомендации по охлаждению.....	1-8
	Подключение изделия к сети электропитания .....	1-8
	Элементы передней панели .....	1-10
	Элементы задней панели .....	1-12
	Соединения ввода и вывода .....	1-13
	Входные клеммы .....	1-13
	Выходные клеммы .....	1-14
	Соединительные кабели изделия.....	1-14
	Приемы безопасной работы .....	1-15
	Подключение изделия к внешнему контуру. ....	1-15
	Отключение изделия от внешнего контура .....	1-15
	Аксессуары .....	1-15
	Общие характеристики .....	1-16
	Пределы электрических характеристик .....	1-16
	Характеристики производительности.....	1-17
	Работает в пределах управляющего контура, синусоиды или гармонического воздействия 6105A или 6100B (все диапазоны тока) .....	1-17
	Коэффициент охвата $k=2,58$ (99 % доверительный интервал) .....	1-17
	Коэффициент охвата $k=2,00$ (95 % доверительный интервал) .....	1-18
	Независимая работа устройства.....	1-19
	Коэффициент охвата $k=2,58$ (99 % доверительный интервал) .....	1-19

	Коэффициент охвата $k=2,00$ (95 % доверительный интервал)	1-20
	52120A/COIL 3 кА катушка 25 витков .....	1-21
	52120A/COIL 6 кА катушка 50 витков .....	1-21
<b>2</b>	<b>Передняя панель .....</b>	<b>2-1</b>
	Введение .....	2-3
	Примечания об использовании устройства .....	2-3
	Погрешность .....	2-3
	Потенциальные ошибки измерения .....	2-4
	Пути утечки .....	2-4
	Синфазный ток .....	2-4
	Подключения к внешнему напряжению .....	2-5
	Регулировка нагрузки .....	2-8
	Рабочее поведение устройства .....	2-8
	Цвета индикаторов передней панели .....	2-8
	Несовместимые сочетания клавиш .....	2-9
	Индикаторы состояния .....	2-9
	Индикаторы соответствия напряжению .....	2-10
	Три красных светодиода или самоотключение устройства .....	2-10
	Использование устройства .....	2-10
	Работа усилителя тока .....	2-10
	Независимая работа .....	2-10
	Настройка нескольких усилителей .....	2-12
	Работа при напряжении более 120 А .....	2-12
	Работа замкнутого контура .....	2-14
	Выходы многофазного тока .....	2-17
	Использование дополнительных катушек с Прибором .....	2-19
	Профиль тока/Гц .....	2-19
	Подключение кабеля напряжения .....	2-19
	Калибровка токовых клещей .....	2-19
	Встроенный вентилятор .....	2-19
<b>3</b>	<b>Работа в дистанционном режиме .....</b>	<b>3-1</b>
	Введение .....	3-3
	Соответствие стандарту IEEE-488.2 .....	3-3
	Способ установки адреса шины .....	3-3
	Условия включения питания и *RST .....	3-4
	Регистры состояния SCPI .....	3-4
	Дистанционные команды .....	3-5
	Поддерживаемые общие команды .....	3-6
	Поддерживаемые команды SCPI .....	3-6
	Краткое изложение команд SCPI .....	3-7
	Подробные сведения о командах 52120A SCPI .....	3-8
	CALibration:ADJust? <cpd>, <nrf>, <nrf> .....	3-8
	Подробные сведения о командах 6105A SCPI .....	3-11
	Расширенные команды калибровки и настройки .....	3-12
	6105A *OPT? Команда .....	3-13
<b>4</b>	<b>Обслуживание силами оператора .....</b>	<b>4-1</b>
	Введение .....	4-3
	Порядок замены плавкого предохранителя входа питания .....	4-3
	Очистка воздушного фильтра .....	4-3
	Очистка изделия .....	4-4
	Заменяемые детали .....	4-4

<b>5</b>	<b>Калибровка .....</b>	<b>5-1</b>
	Введение .....	5-3
	Коэффициенты корректировки значений калибровки .....	5-3
	Требуемое оборудование .....	5-3
	Первоначальная настройка и настройки нулевого значения входного сигнала .....	5-3
	Проверка калибровки — автономный режим.....	5-5
	Настройка оборудования .....	5-8
	Проверка 2 А диапазона .....	5-8
	Проверка 20 А диапазона .....	5-10
	Проверка 120 А диапазона .....	5-12
	Проверка текущего входного нагрузочного резистора.....	5-14
	Пределы технических характеристик амплитуды, анализ операций «Нормально/дефект» .....	5-15
	Корректировка значений калибровки в автономном режиме.....	5-15
	Монтаж оборудования .....	5-15
	Устранение погрешности сопротивления шунта .....	5-17
	Процесс корректировки .....	5-17
	Примечания к корректировке .....	5-17
	Корректировки .....	5-18
	Проверка калибровки — обратная связь с калибраторами 6100А или 6105А.....	5-23
	Испытательное оборудование .....	5-23
	Проверка точности измерения частот питающей сети.....	5-23
	Проверка точности измерения фазового угла.....	5-24
	Проверка амплитуд при постоянном токе и высоких частотах. ....	5-24
	Проверка величины фазовых углов при высоких частотах .....	5-27



# Список таблиц

Таблица	Название	Страница
1-1.	Символы.....	1-7
1-1.	Стандартное оборудование.....	1-9
1-3.	Различные типы сетевых шнуров питания компании Fluke.....	1-11
1-4.	Элементы передней панели.....	1-12
1-4.	Элементы передней панели (продолжение).....	1-13
1-5.	Элементы задней панели.....	1-14
1-5.	Элементы задней панели (продолжение).....	1-15
1-6.	Максимальное напряжение и ток на входных клеммах.....	1-15
1-7.	Максимальное напряжение и ток на выходных клеммах.....	1-16
1-8.	Дополнительные аксессуары.....	1-18
2-1.	Доверительные вероятности.....	2-3
2-2.	Вычисление общей погрешности.....	2-3
2-3.	Индикаторы на передней панели.....	2-9
2-4.	Индикаторы состояния.....	2-9
3-1.	Значения по умолчанию при включении питания и получении команды *RST.....	3-4
3-2.	Список общих команд.....	3-6
3-3.	Команды SCPI.....	3-7
3-4.	Команды SCPI 6105A для 52120A.....	3-8
3-5.	*ОРТ? Сведения о бите.....	3-13
4-1.	Одобранные запасные предохранители.....	4-3
4-2.	Заменяемые детали.....	4-4
5-1.	Калибровочное оборудование.....	5-3
5-3.	Проверка 2 А диапазона.....	5-9
5-3.	Проверка 2 А диапазона (продолжение).....	5-9
5-4.	Контрольные точки 20 А диапазона.....	5-11
5-4.	Контрольные точки 20 А диапазона (продолжение).....	5-12
5-5.	Контрольные точки 120 А диапазона.....	5-13
5-5.	Контрольные точки 120 А диапазона (продолжение).....	5-14
5-7.	Точки корректировки прибора.....	5-22
5-7.	Точки корректировки прибора (продолжение).....	5-22
5-8.	Испытательное оборудование для проверки обратной связи.....	5-23
5-9.	Точки проверки точности измерения частот электросети.....	5-24
5-10.	Точки проверки точности измерения фазового угла.....	5-24
5-11.	Проверка амплитуды в диапазоне 2 А.....	5-25

5-12. Проверка амплитуды в диапазоне 20 А .....	5-26
5-13. Проверка амплитуды в диапазоне 120 А .....	5-26
5-13. Проверка фазового угла в диапазоне .....	5-27
5-15. Проверка фазового угла в диапазоне 20 А .....	5-27
5-16. Проверка фазового угла в диапазоне 120 А .....	5-28

# ***Список рисунков***

<b>Рисунке</b>	<b>Название</b>	<b>Страница</b>
1-1.	Обзор передней панели.....	1-10
1-2.	Обзор задней панели.....	1-12
2-1.	Подключения для пониженного воздействия синфазного тока .....	2-5
2-2.	Подключение устройства к ваттметру.....	2-7
2-3.	Индикаторы состояния.....	2-9
2-4.	Подключение к 5520А и 52120А .....	2-11
2-5.	Подключение главного устройства к подчиненному .....	2-13
2-6.	Два выхода усилителя, подключенные параллельно .....	2-14
2-7.	Подключение кабеля обратной связи .....	2-15
2-8.	Подключение к нескольким усилителям .....	2-16
2-9.	Подключение 6105А к 6106А .....	2-18
3-1.	Переключатели для установки адреса шины.....	3-3
3-2.	Регистры состояния SCPI .....	3-5
5-1.	Подключение испытательного оборудования .....	5-4
5-2.	Настройка корректирования калибровки.....	5-16



# **Глава 1**

## **Введение и технические характеристики**

<b>Наименование</b>	<b>Страница</b>
Введение .....	1-3
Как связаться с Fluke .....	1-3
Информация по технике безопасности .....	1-4
Символы.....	1-5
Защитное заземление .....	1-6
Руководства .....	1-6
Руководство по началу работы с калибратором 52120A .....	1-6
Руководство пользователя 52120A .....	1-6
Распаковка и проверка изделия.....	1-7
Информация по сервисному обслуживанию.....	1-7
Размещение и монтаж изделия в стойке .....	1-7
Рекомендации по охлаждению.....	1-8
Подключение изделия к сети электропитания .....	1-8
Элементы передней панели .....	1-10
Элементы задней панели .....	1-12
Соединения ввода и вывода .....	1-13
Входные клеммы .....	1-13
Выходные клеммы .....	1-14
Соединительные кабели изделия.....	1-14
Приемы безопасной работы .....	1-15
Подключение изделия к внешнему контуру. ....	1-15
Отключение изделия от внешнего контура .....	1-15
Аксессуары .....	1-15
Общие характеристики .....	1-16
Пределы электрических характеристик .....	1-16
Характеристики производительности.....	1-17
Работает в пределах управляющего контура, синусоиды или гармонического воздействия 6105A или 6100B (все диапазоны тока) .....	1-17
Коэффициент охвата $k=2,58$ (99 % доверительный интервал)..	1-17
Коэффициент охвата $k=2,00$ (95 % доверительный интервал)..	1-18
Независимая работа устройства.....	1-19
Коэффициент охвата $k=2,58$ (99 % доверительный интервал)..	1-19
Коэффициент охвата $k=2,00$ (95 % доверительный интервал)..	1-20
52120A/COIL 3 кА катушка 25 витков .....	1-21
52120A/COIL 6 кА катушка 50 витков .....	1-21



## **Введение**

Транскондуктивный усилитель Fluke 52120A (далее "Прибор") является прецизионным усилителем тока, который обладает следующими особенностями:

- Полностью поддерживает входные сигналы постоянного или переменного тока 2 вольта или 200 мА с любого калибратора, генератора сигналов или источника питания.
- Выдает пропорциональный ток на выходе в диапазонах 2, 20 или 120 А с частотами до 10 кГц
- Обеспечивает улучшенную точность до 140 ppm при использовании в режиме с обратной связью с калибратором 6105A Electrical Power Standard
- Работает параллельно с одним или двумя другими изделиями для выдачи 240 или 360 А
- Направляет ток с диапазоном напряжений стабилизированного источника тока в 4,5В СКЗ или 6,4В на пике
- Работает с индуктивными нагрузками до 1 мГн
- Работает с дополнительными токовыми катушками для выдачи испытательных токов в 3000 или 6000 А

## **Как связаться с Fluke**

Чтобы связаться с компанией Fluke Calibration, позвоните по одному из указанных ниже телефонов:

- Служба технической поддержки в США: 1-877-355-3225
- Служба калибровки/ремонта в США: 1-877-355-3225
- Канада: 1-800-36-FLUKE (1-800-363-5853)
- Европа: +31-40-2675-200
- В Японии: +81-3-6714-3114
- В Сингапуре: +65-6799-5566
- Китай: +86-400-810-3435
- Бразилия: +55-11-3759-7600
- В других странах мира: +1-425-446-6110

Информация об устройстве и последние обновления для загрузки доступны на веб-сайте Fluke Calibration по адресу [www.flukecal.com](http://www.flukecal.com).

Прибор можно зарегистрировать по адресу <http://flukecal.com/register-product>.

## **Информация по технике безопасности**

Изделие соответствует следующим стандартам:

- EN/IEC 61010-1:2010
- CAN/CSA C22.2 № 61010-1-04
- ANSI/UL 61010-1:2004
- EN 61326-1:2006

В рамках данного руководства **Предупреждение** обозначает ситуации и действия, которые могут оказаться опасными для пользователя.

**Предостережение** обозначает условия и действия, которые могут привести к повреждению прибора или проверяемого оборудования.

Для безопасного использования изделия следуйте всем предупреждениям и предостережениям настоящего руководства.

### **⚠️⚠️ Предупреждение**

**Следуйте данным инструкциям во избежание поражения электрическим током, возникновения пожара или травм:**

- **Ознакомьтесь со всеми правилами техники безопасности перед использованием устройства.**
- **Никогда не подключайте к линии электропередачи входной или выходной разъемы изделия, только гнездо питания от сети.**
- **Используйте прибор только в помещении.**
- **Не используйте прибор в среде взрывоопасного газа, пара или во влажной среде.**
- **Осмотрите корпус перед использованием прибора. Убедитесь в отсутствии трещин или недостающих деталей. Внимательно осмотрите изоляцию около разъемов.**
- **Используйте только шнур питания и разъем, соответствующие используемому в вашей стране сетевому напряжению и конструкции вилки, а также разрешенные для Прибора.**
- **Убедитесь, что клемма заземления в шнуре питания подключена к защитному заземлению. Разрыв защитного заземления может привести к попаданию тока на корпус и вызвать смерть.**
- **Замените кабель электропитания, если его изоляция повреждена или изношена.**
- **Не используйте Прибор и отключите его, если он имеет повреждения.**
- **Не забывайте, что винтовые клеммы 52120A могут быть подключены к напряжению, опасному для жизни. Если подключена одна клемма из двух, то вторая также может быть под смертельно опасным напряжением.**
- **Не подключайте цепи напряжения к источнику питания, пока кабели изделия не будут должным образом подключены или отключены с обоих концов.**

- **Используйте только кабели с указанным номинальным напряжением.**
- **Соблюдайте предельную осторожность, когда выходные токовые клеммы изделия подсоединены к цепям напряжения, так как в них может присутствовать смертельно опасное напряжение.**
- **Не дотрагивайтесь до выходных клемм под напряжением. Прибор может находиться под напряжением, которое может привести к смерти. Переход в режим ожидания не устраняет опасность поражения электрическим током.**
- **Используйте данный прибор только по назначению. Ненадлежащая эксплуатация может привести к нарушению степени защиты, обеспечиваемой прибором.**
- **Перед подключением или отключением обоих концов кабелей следует всегда проверять, чтобы изделие находилось в режиме ожидания, а цепи внешней нагрузки не были подключены к источнику питания.**
- **Не дотрагивайтесь до оголенных токонесущих частей с напряжением более 30 В перем. тока (среднеквадратичная величина), более 42 В перем. тока (пиковое значение) или более 60 В пост. тока;**
- **Не используйте прибор, если в его работе возникли неполадки.**
- **Не используйте испытательные провода, если они повреждены. Проверьте, не повреждена ли изоляция на измерительных контактах. Проведите тест целостности измерительных контактов.**

### Символы

Пояснения к используемым в настоящем руководстве и на изделии символам изложены в таблице 1.

Таблица 1-1. Символы

Символ	Описание	Символ	Описание
	Заземление на массу		Соответствует действующим в Северной Америке стандартам безопасности.
	Соответствует директивам ЕС.		Защитное заземление
	Опасность. Важная информация См. руководство.		Опасное напряжение
	Заземление		Соответствует действующим в Австралии требованиям по электромагнитной совместимости.
	Не утилизируйте данное устройство вместе с неотсортированными бытовыми отходами. По вопросу утилизации свяжитесь с Fluke или лицензированной компанией по утилизации промышленных отходов.		

### **Защитное заземление**

Класс защиты 1 — Всегда используйте изделие с подключением кабеля питания переменного тока к заземляющему проводу . Заземление подключается перед линией переменного тока и соединениями нейтрали при подключении сетевого штепселя в сетевую розетку Прибора. Если последнее сетевое подключение выполняется в другом месте, убедитесь, что перед линией переменного тока и нейтралью сделано заземляющее соединение.

Подключите подходящий контур заземления к дополнительному зажиму защитного заземления на задней панели, если:

- есть возможность отсутствия заземляющего соединения перед линией переменного тока и соединениями нейтрали;
- выходные клеммы подсоединены к потенциально опасной цепи под напряжением.

### **Руководства**

Комплект руководств к калибратору 52120A содержит всеобъемлющую информацию для операторов. Этот комплект включает:

- *Руководство пользователя 52120A* на прилагаемом диске CD-ROM (PN 3977736)
- *Руководство по началу работы с Калибратором 52120A* (PN 3977724)

Вместе с прибором поставляется одна копия каждого из вышеуказанных руководств. Вы можете заказать дополнительные копии руководств у компании Fluke. Для получения дополнительной информации о размещении заказа см. раздел «Как связаться с компанией Fluke».

### **Руководство по началу работы с калибратором 52120A**

Данное *Руководство по началу работы с калибратором 52120A* содержит краткое описание Прибора. «Начало работы» содержит следующие темы:

- Информация по технике безопасности
- Инструкции по эксплуатации и их содержание
- Распаковка и проверка изделия
- Подключение изделия к сети электропитания
- Ознакомление с передней и задней панелями устройства
- Обслуживание
- Общие технические характеристики

### **Руководство пользователя 52120A**

*Руководство пользователя 52120A* содержит информацию по установке прибора и управлению им с помощью клавиш передней панели, а также в конфигурациях с удаленным доступом. Данное руководство содержит также спецификации и коды неисправностей изделия. Руководство пользователя содержит следующие темы:

- Установка
- Средства управления и функции, включая органы управления на передней панели
- Дистанционное управление
- Обслуживание силами оператора
- Калибровка
- Принадлежности

## Распаковка и проверка изделия

Изделие поставляется в контейнере, предназначенном для защиты от повреждения при транспортировке. Тщательно проверьте изделие на наличие повреждений и незамедлительно сообщите о возможном повреждении поставщику. Инструкции по проверке и претензиям находятся в транспортном контейнере.

После распаковки изделия убедитесь, что все стандартное оборудование, указанное в таблице 2, имеется в наличии. Также проверьте товаросопроводительную документацию на предмет дополнительных элементов. См. главу «Вспомогательное оборудование» в *Руководстве пользователя 52120A*. В случае отсутствия какого-либо предмета обратитесь к дистрибьютору или в ближайший сервисный центр Fluke. Результаты эксплуатационных испытаний приведены в главе "Техническое обслуживание" *Руководства пользователя 52120A*.

При необходимости перевозки изделия используйте, по возможности, оригинальный контейнер и вкладыши, с которыми оно поставлялось. Если это невозможно, вы можете получить специальную тару для транспортировки от компании Fluke. Этот контейнер подходит для большинства условий транспортировки, однако имеет более низкую защиту от ударных нагрузок, чем оригинальная транспортная тара.

Таблица 1-2. Стандартное оборудование

Поз.	Номер модели или детали
Транскондуктивный усилитель	52120A
Сетевой шнур питания	Местоположение грузополучателя см. в таблице 1-3.
Руководство по началу работы с калибратором 52120A	3977724
Руководство пользователя 52120A (на CD-ROM)	3977736

## Информация по сервисному обслуживанию

На каждое изделие первоначально покупателю дается гарантия на период, указанный в гарантийном документе. Гарантийный период начинается с даты получения товара. Гарантия находится на первой странице данного руководства.

Санкционированное заводом обслуживание и техническую консультацию по изделию можно получить в сервисных центрах Fluke. С полным перечнем сервисных центров можно ознакомиться на [www.flukecal.com](http://www.flukecal.com).

### Предупреждение

**Во избежание риска поражения электрическим током, возникновения пожара или получения травмы, ремонт изделия должен заниматься квалифицированный персонал.**

## Размещение и монтаж изделия в стойке

Всегда используйте изделие в условиях с контролируруемыми электромагнитными полями, например, в калибровочных и измерительных лабораториях. В этих условиях не должны использоваться передатчики радиосигналов, например, мобильные телефоны.

Данное изделие может использоваться в стендовом варианте или в стойке. Комплект для монтажа в стойке заказывается отдельно у компании Fluke. См. раздел «Как связаться с компанией Fluke» в данном руководстве.

*Примечание*

*По бокам изделия должно быть достаточно пространства для надлежащего притока воздуха.*

**Рекомендации по охлаждению****⚠ Осторожно**

**Изделие может перегреться и получить повреждения, если недостаточно свободного места возле входного воздухозаборного отверстия, окружающий воздух слишком нагрет или если засорен воздушный фильтр.**

Чтобы продлить срок службы изделия, необходимо:

- Оставлять вокруг воздушного фильтра минимум 4 дюйма свободного пространства от близлежащих стен или защитных панелей стойки.
- Следить, чтобы входное отверстие и выходные вентиляционные прорези на боковых сторонах изделия не были засорены.
- Поддерживать окружающую температуру вокруг изделия в диапазоне 5° ~ 35° C.
- Следить, чтобы отводимый вентиляцией воздух от других приборов не был направлен на входное отверстие вентилятора.
- Прочищать воздушный фильтр не реже одного раза в 30 дней. Если изделие эксплуатируется в запыленной среде, очистка фильтра должна выполняться чаще. Инструкции по очистке воздушного фильтра см. в разделе «Техническое обслуживание» данного руководства.

**Подключение изделия к сети электропитания****⚠⚠ Предупреждение**

**Следуйте данным инструкциям во избежание поражения электрическим током, возникновения пожара или травм:**

- **Используйте только кабель электропитания и разъем, соответствующие используемому в вашей стране сетевому напряжению и конструкции вилки, а также разрешенные для изделия.**
- **Замените шнур питания, если его изоляция повреждена или изношена.**
- **Убедитесь, что клемма заземления в шнуре питания подключена к защитному заземлению. Нарушение защитного заземления может привести к подаче напряжения на корпус и вызвать смерть.**
- **Не отсоединяйте и не вскрывайте провод защитного заземления внутри или снаружи Прибора. Оголенный провод защитного заземления может сделать изделие опасным.**

**⚠ Осторожно**

**При длительном воздействии низких температур, например, при воздушной перевозке или хранении, внутри изделия может образоваться конденсат. Для предотвращения повреждения изделия после извлечения из транспортного контейнера дайте ему акклиматизироваться к окружающей среде в течение не менее одного часа перед подключением к сети электропитания.**

Изделие автоматически подстраивается к напряжению сети питания в диапазоне от 100 до 240 В. Регулировка напряжения в сети или предохранитель не требуется. Информацию по замене плавкого предохранителя сети см. в разделе «Техническое обслуживание».

Так как прибор способен принимать ток большей силы, чем тот, на который рассчитан разъем стандарта МЭК на 10 А, на задней панели изделия имеется разъем на 16 А. Также в комплекте с Прибором поставляется сетевой шнур питания на 16 А. В таблице 1-3. перечислены типы шнуров питания, доступные для заказа через Fluke.

**Таблица 1-3. Различные типы сетевых шнуров питания компании Fluke**

Страна	Номер по каталогу Fluke
Великобритания	1998167
Европа	1998171
Австралия, Новая Зеландия	1998198
Китай	4121791
США, Япония	1998209
Бразилия	3841358
Другие (без вилки)	1998211

*Примечание*

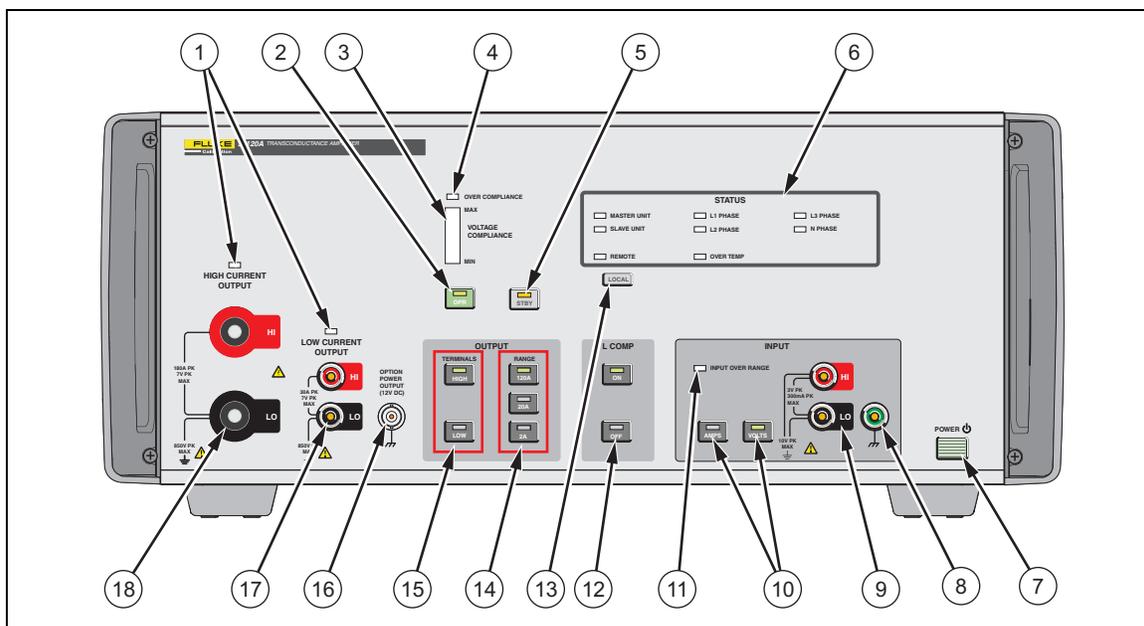
*Стандартное требование к максимальной мощности изделия при 115 В составляет 1500 ВА. Убедитесь, что выход питания от сети рассчитан на данную нагрузку и имеет трехштырьковую заземленную розетку. Убедитесь, что клемма заземления розетки подсоединена к контуру заземления.*

Если сетевой шнур питания поставляется без вилки для подключения к сети, используйте нижеприведенную цветовую маркировку при подсоединении вилки к шнуру питания.

Линейный провод       =       коричневый  
 Нейтральный провод   =       синий  
 Провод заземления    =       зеленый/желтый

## Элементы передней панели

В таблице 1-4. приводится перечень элементов управления и соединений на передней панели, которые изображены на рисунке 1-1.



gpp001.eps

Рисунок 1-1. Обзор передней панели

Таблица 1-4. Элементы передней панели

Поз.	Описание
①	<p><b>Индикаторы отдаваемого тока</b></p> <p>Индикатор рабочего режима. В режиме STBY (режим ожидания) эти два индикатора имеют желтый цвет. В режиме OPR (рабочий режим) индикатор для выбранных клемм имеет зеленую подсветку.</p>
②	<p> OPR</p> <p>Кнопка <b>OPR</b> («Включить») переводит изделие в рабочий режим. Показателем рабочего режима является горящий индикатор на кнопке OPR. Индикатор над комплектом выходных клемм также светится зеленым.</p>
③	<p><b>Индикатор уровня соответствия напряжения расчетному</b></p>
④	<p><b>Индикатор превышения уровня расчетного напряжения</b></p> <p>Срабатывает, когда Прибор определяет, что напряжение, развитое на токовых клеммах благодаря току через полное сопротивление нагрузки, превысило расчетный уровень. Данное условие также автоматически переводит Прибор в режим ожидания для отключения тока на выходе.</p>
⑤	<p> STBY</p> <p>Кнопка STBY («Ожидание») переводит изделие в режим ожидания. Показателем режима ожидания является горящий индикатор на кнопке STBY. Индикаторы отдачи над выходными клеммами также светятся желтым.</p>
⑥	<p><b>Индикаторы состояния</b></p> <p>Показывают состояние различных функций изделия.</p>

Таблица 1-4. Элементы передней панели (продолжение)

Поз.	Описание
⑦	<p><b>Выключатель питания от сети</b></p> <p>Выключатель питания служит для включения и выключения Прибора. Выключатель нажимной двухпозиционный с фиксацией положения. Когда кнопка нажата, питание включено.</p> <p style="text-align: center;"><i>Примечание</i></p> <p style="text-align: center;"><i>Выключатель питания на передней панели имеет электронную схему работы и не является изолирующим выключателем. Основной изолирующий выключатель питания ВКЛ/ВЫКЛ расположен на задней панели.</i></p>
⑧	<p><b>Вывод заземления на массу</b></p>
⑨	<p><b>Входные клеммы</b></p> <p>Используются для подвода напряжения или тока к изделию.</p>
⑩	<p> AMPS VOLTS</p> <p>Устанавливает ВХОД на получение напряжения или тока.</p>
⑪	<p><b>Индикатор ПРЕВЫШЕНИЕ УРОВНЯ СИГНАЛА НА ВХОДЕ</b></p> <p>Срабатывает, если входной уровень превышает ограничение.</p>
⑫	<p> ON OFF</p> <p>Устанавливает LCOMP во включенное или выключенное состояние. LCOMP ВКЛ используется для высокоиндуктивных нагрузок. Пределы индуктивных нагрузок см. в «Спецификациях».</p>
⑬	<p> LOCAL</p> <p>Переключает изделие на локальное управление (с передней панели), когда оно находится в дистанционном режиме управления.</p>
⑭	<p> 120A 20A 2A</p> <p>Устанавливает диапазон вывода на 2, 20 или 120 ампер.</p>
⑮	<p> HIGH LOW</p> <p>Выводит выходной ток на выходные клеммы тока высокого или низкого напряжения.</p>
⑯	<p><b>ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ ВЫХОД ПИТАНИЯ</b></p> <p>BNC-коннектор, который дает 12В постоянного тока для питания вентилятора охлаждения подключаемого аксессуара, например, 25-витковой катушки.</p>
⑰	<p><b>Выходные клеммы тока низкого напряжения</b></p> <p>Используются для выходных диапазонов в 2 и 20 А.</p>
⑱	<p><b>Выходные клеммы тока высокого напряжения</b></p> <p>Используются для всех выходных диапазонов.</p>

## Элементы задней панели

В таблице 1-5. приводится перечень элементов управления и соединений на задней панели, которые отображены на рисунке 1-2.

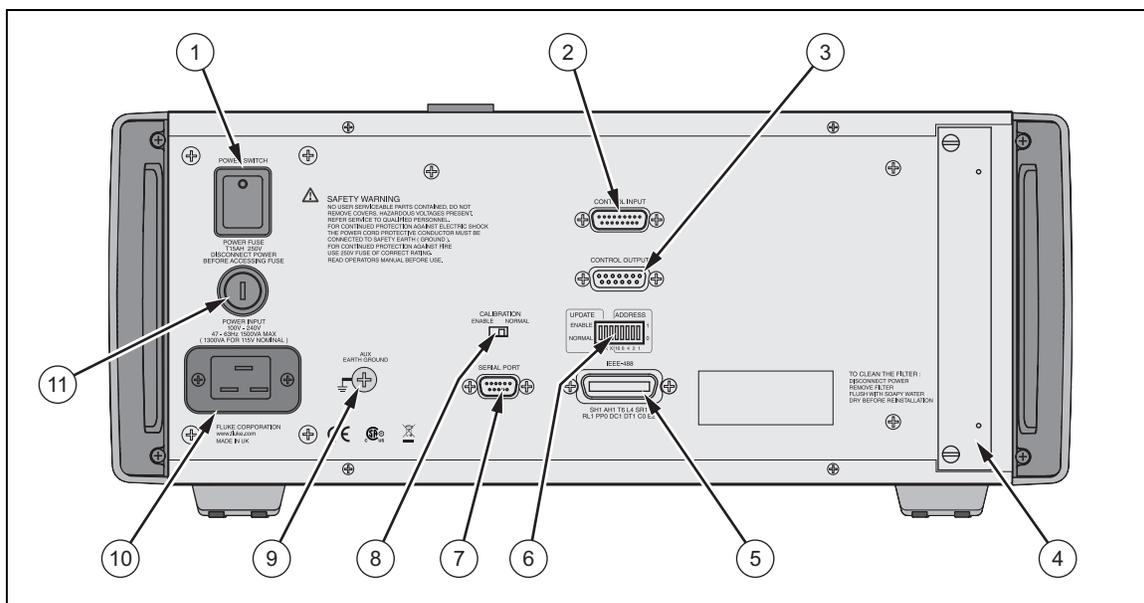


Рисунок 1-2. Обзор задней панели

gpp002.eps

Таблица 1-5. Элементы задней панели

Поз.	Описание
①	<b>Основной выключатель питания ВКЛ/ВЫКЛ</b> Является изолирующим выключателем сети электропитания.
②	<b>Ввод сигнала управления</b> Используется для управления изделием от ВЕДУЩЕГО устройства. Это может быть другой калибратор 52120A или калибратор серии 6100 Electrical Power Standard.
③	<b>Вывод сигнала управления</b> Используется для управления другим калибратором 52120A (SLAVE – ведомый) через его ввод сигнала управления. Данное изделие работает как ведущее устройство.
④	<b>Воздушный фильтр</b> закрывает отверстие для входа воздуха, чтобы пыль и мусор не попали внутрь корпуса.
⑤	Разъем <b>IEEE-488 (GRIB)</b> является стандартным параллельным интерфейсом для удаленного управления Прибором.
⑥	Комбинированный переключатель для адресов GRIB и селектора обновления прошивки.
⑦	Последовательный порт для загрузки аппаратно-программного обеспечения.

Таблица 1-5. Элементы задней панели (продолжение)

Поз.	Описание
⑧	Переключатель <b>КАЛИБРОВКА АКТИВ./НОРМАЛЬНО</b> используется для включения и выключения записи в энергонезависимую память, которая сохраняет калибровочные постоянные. Для получения дополнительных сведений о калибровке изделия см. раздел «Калибровка» в этом руководстве. Установить в положение <b>НОРМАЛЬНО</b> для работы в нормальном режиме.
⑨	Клемма <b>ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЗАЩИТА</b> имеет внутреннее заземление на корпус.
⑩	<b>Штепсельная розетка питания от сети</b> Трехштырьковый коннектор с заземлением, в который подключается линейный шнур питания.
⑪	<b>Держатель плавкого предохранителя</b> Содержит предохранитель питания от сети. Процедуру замены плавкого предохранителя см. в разделе «Техническое обслуживание».

## Соединения ввода и вывода

### Осторожно

**Во избежание повреждения изделия, не подключайте электропитание от сети к каким-либо клеммам ввода и вывода сигнала.**

### Входные клеммы

Входные клеммы изделия представляют из себя 4-мм соединительные зажимы. В таблице 1-6 указаны максимальное напряжение и ток, которые можно безопасно подавать на входные клеммы.

### Осторожно

**Во избежание повреждения изделия не подавайте напряжение между входными клеммами Высокого напряжения и Низкого напряжения при установленном входном токе. Это может привести к тому, что нагрузочный резистор поменяет свой коэффициент сопротивления, что, в свою очередь, спровоцирует неправильную калибровку для токового ввода.**

Таблица 1-6. Максимальное напряжение и ток на входных клеммах

Диапазон тока на выходе	Максимальный вход напряжения, Высокий и Низкий	Максимальный вход тока, Высокий и Низкий	Максимальное напряжение на землю, Высокий и Низкий
2 и 20 А	2В СКЗ, 3В пик	200 мА СКЗ	30В пик
120 А	1,2В СКЗ, 1,7В пик	120 мА СКЗ, 170 мА пик	30В пик

Если входные клеммы сконфигурированы для токового ввода, точный нагрузочный резистор подключен через клеммы Высокий и Низкий для выдачи напряжения из входящего тока.

Зеленый соединительный зажим 4-мм подсоединен к корпусу изделия. Это сигнальное соединение, и его нельзя подключать к защитному заземляющему соединению.

### Выходные клеммы

На изделии имеется два комплекта выходных клемм. Они не относятся к заземлению. Каждая из четырех клемм может быть подключена к источнику сигнала с максимальным напряжением 850 В пик (600 В ср. кв. знач.). В таблице 1-7 указаны значения максимального напряжения и силы тока, которые можно безопасно подавать на выходные клеммы.

Таблица 1-7. Максимальное напряжение и ток на выходных клеммах

Клемма тока на выходе	Максимальный вход напряжения, Высокий и Низкий	Максимальный вход тока, Высокий и Низкий	Максимальное напряжение на землю, Высокий и Низкий
2 и 20 А	7В пик	30 А пик	600В СКЗ, 850В пик
120 А	7В пик	170 А пик	600В СКЗ, 850В пик

### Предупреждение

**Следуйте данным инструкциям во избежание поражения электрическим током, возникновения пожара или травм:**

- **Обращайтесь с выходными клеммами предельно осторожно. На них может присутствовать смертельно опасное напряжение.**
- **Перед тем как подключать или отключать кабели между изделием и внешней цепью для тестирования, убедитесь, что изделие находится в режиме ожидания, а цепи внешней нагрузки не подключены к питанию.**
- **Не включайте цепи напряжения, пока оба конца кабелей между изделием и цепью не соединены или не разъединены.**
- **Не подключайте к линии электропитания никаких контактов или клемм, кроме входного разъема сети питания.**

### Соединительные кабели изделия

Вместе с Прибором поставляются пять сигнальных кабелей. Все кабели предназначены для напряжения 600 В. Два сменных кабеля низкого напряжения с 4-мм заглушками используются на входах прибора или выходах 2 А/20 А. Три кабеля для тяжелых условий эксплуатации с 6-мм штекерами используются на выходах 120 А. Короткий черный кабель образует петлю и закольцовывает выходные клеммы Hi и Lo для измерений токовых клещей в пределах 120 А. С помощью длинных красных и черных кабелей можно подсоединить к выходам высокого напряжения Прибора нагрузку.

Для предотвращения случайного отсоединения кабели для тяжелых условий эксплуатации оснащены фиксируемыми разъемами. Чтобы зафиксировать кабель, протолкните разъем в гнездо до тех пор, пока резиновая изоляция не соприкоснется с Прибором и не прозвучит легкий щелчок. Разъем фиксируется в гнезде. Чтобы извлечь разъем, нажмите на него до упора и извлеките. Чтобы фиксирующий механизм не был задействован, вставьте разъем до упора в гнездо. Нет необходимости нажимать на разъем для его извлечения, если фиксирующий механизм не используется.

### **⚠⚠ Предупреждение**

**Чтобы избежать поражения электрическим током или возникновения травм, для соединения выходных токовых клемм используйте только кабели, поставляемые вместе с изделием. Перед прикосновением к открытому контакту убедитесь, что внешнее напряжение отключено.**

#### ***Приемы безопасной работы***

Выход тока высокого напряжения Низкий и выход тока низкого напряжения Низкий имеют внутреннее электрическое подключение. Два выхода клемм Высокий также имеют внутреннее подключение. Если одна из клемм подключена к высокому напряжению, одна из других выходных клемм будет иметь такое же напряжение.

### **⚠⚠ Предупреждение**

**Чтобы избежать поражения электрическим током или возникновения травм, отсоедините все кабели от токовых клемм, которые не используются в данный момент. Когда вы выполняете подключение к контуру, который может быть подключен к напряжению, всегда выполняйте сначала подключение к изделию перед тем, как подключаться к внешнему контуру. На ослабленных концах кабелей может иметься напряжение.**

#### ***Подключение изделия к внешнему контуру.***

1. Отключите внешние контуры от питания.
2. Нажмите  для перевода изделия в режим ожидания.
3. Отсоедините от клемм изделия все соединения, которые не будут использоваться при тесте.
4. Подсоедините испытательные провода к клеммам Высокий и Низкий на изделии.
5. Подсоедините испытательные провода к внешнему контуру.
6. Нажмите  для перевода изделия в рабочий режим.

#### ***Отключение изделия от внешнего контура***

1. Отключите внешние контуры от питания.
2. Нажмите  для перевода изделия в режим ожидания.
3. Отсоедините испытательные провода от внешнего контура.
4. Отсоедините испытательные провода от изделия.

При подсоединении кабеля высокого напряжения к нагрузке убедитесь в плотности этого соединения. Неплотное соединение может стать причиной превышения уровня расчетного напряжения и автоматически перевести изделие в режим ожидания (STBY). Неплотность при соединении может стать причиной перегрева соединения.

### ***Аксессуары***

В таблице 1-8 представлен список совместимых с Прибором дополнительных аксессуаров.

Таблица 1-8. Дополнительные аксессуары

Модель	Описание	Номер детали
52120A/COIL3KA	Катушка, 25 витков, 3000 А. Для токоизмерительных клещей.	4044897
52120A/COIL6KA	Катушка, 50 витков, 6000 А. Для гибких датчиков тока Роговского.	4044904
52120A/COIL12V	Катушка, блок питания 12 В пост. тока	4107239
6105A/52120A SVC	Улучшенное основное устройство 6105A или 6100B для возможностей 52120A.	4162016
6106A/52120A SVC	Улучшенное основное устройство 6106A или 6101B для возможностей 52120A.	4162025

## Общие характеристики

### Сетевое напряжение

Диапазон напряжения.....	от 100 до 240 В
Частота .....	от 47 до 63 Гц
Изменения напряжения.....	±10 % от напряжения в сети
Потребляемая мощность .....	<1500 ВА
Переходное перенапряжение.....	Устойчивость к импульсам (перенапряжению) по категории II стандарта IEC 60364-4-443

### Габариты (ВхШхГ)

С ножками.....	192 мм x 432 мм x 645 мм (7,6 дюйма x 17,0 дюйма x 25,5 дюйма)
Без ножек .....	178 мм x 432 мм x 645 мм (7,0 дюйма x 17,0 дюйма x 25,5 дюйма)

### Масса 25 кг (54 фунтов)

### Температура

Рабочая.....	от 5 °C до 35 °C (от 41 °F до 95 °F)
Калибровки (tcal) .....	от 16 °C до 30 °C (от 61 °F до 86 °F)
Хранения.....	от 0 °C до 50 °C (от 32 °F до 122 °F)
Транспортировки .....	от -20 °C до +60 °C (от -4 °F до +140 °F) <100 часов

### Время прогрева .....

Удвоенное время после последнего прогрева, но не более 1 часа.

### Влажность (не образующая конденсата)

Эксплуатации .....	<80 %, от 5 °C до 31 °C (от 41 °F до 88 °F) плавное снижение до 50 % при 35 °C (95 °F)
Хранения.....	<95 %, от 0 до 50 °C (от 32 °F до 122 °F)

### Высота над уровнем моря

Рабочая.....	не более 2500 м (8200 футов)
Нерабочая.....	не более 12000 м (39400 футов)

### Защита от ударных воздействий и вибрации .....

MIL-PRF-28800F класс 3

### Безопасность .....

Соответствует стандартам EN/IEC 61010-1:2010, CAN/CSA C22.2 № 61010-1-04, ANSI/UL 61010-1:2004

### Электромагнитная совместимость .....

Соответствует стандартам EN 61326-1:2006, CISPR 11 (EN 55011:2004), правилам FCC часть 15, подчасть В, класс А

### Только для использования в помещении... Степень загрязнения 2

### Аттестаты государственных органов .....

CE, 

## Пределы электрических характеристик

Согласование напряжения на индуктивных нагрузках может предотвратить достижение максимального выходного значения тока при высоких частотах. Соответствующая максимальная частота ( $F_{max}$ ) для определенных индуктивности и тока нагрузки определяется следующим образом:

$$F_{max} = \frac{4,5}{2 \cdot \pi \cdot I \cdot L} \quad \begin{array}{l} I = \text{ток} \\ L = \text{общая} \\ \text{индуктивность} \end{array}$$

Максимальная частота, рассчитанная с помощью этого уравнения, является только приблизительной. Последовательное сопротивление и параллельная емкость также влияют на максимальную доступную частоту.

**Подавление синфазного входного сигнала** 80 дБ при линейном снижении постоянного тока до 40 дБ при 10 кГц

**Полное входное сопротивление**

Входное напряжение..... >1 МΩ

Входной ток ..... 10 Ω

**Максимальное выходное напряжение**

**блока питания** ..... 4,5 В ср. кв. знач. (6,4 В пик.), 6,4 В пост. тока. Максимальное выходное напряжение блока питания в диапазоне 120 А понижается от 4,5 В при 1 кГц примерно до 3 В при 10 кГц

**Смещение постоянного тока** ..... Остаточный магнетизм, который следует за резкими изменениями уровня выходного тока, может привести к небольшим изменениям смещения постоянного тока. Рекомендуется исправлять смещения в измерениях и методиках замера постоянного тока, таких как реверсивное измерение постоянного тока. Это поможет улучшить точность.

**Рабочие пределы**

	Диапазон тока на выходе		
	2 А	20 А	120 А
Ток на выходе (макс.)	2 В ср.кв.знач.	20 А ср. кв. знач.	120 А ср. кв. знач.
	Ток на входе		
Ток на входе (макс.)	200 мА СКЗ	200 мА СКЗ	120 мА СКЗ
Усиление тока	10	100	1000
	Напряжение на входе		
Напряжение на входе (макс.)	2 В ср.кв.знач.	2 В ср.кв.знач.	1.2 В ср.кв.знач.
Активная межэлектродная проводимость	1 сименс	10 сименсов	100 сименсов

**Пределы частоты и тока в диапазоне 120 А**

Частота	Максимальный ток на выходе	Максимальный ток на входе	Максимальное напряжение на входе
Постоянный ток	±100 мА	±100 мА	±1,0 В
<10 Гц	100 А пик (70 А ср. кв.)	100 А пик (70 А ср. кв.)	1,0 В пик (0,7 В ср. кв.)
от 10 Гц до 10 кГц	170 А пик (120 А ср. кв.)	170 А пик (120 А ср. кв.)	1,7 В пик (1,2 В ср. кв.)
Замечание: Диапазоны 2 А и 20 А работают при полном токе на выходе (постоянный ток) до 10 кГц.			

**Изоляция на выходе**

Частота	Максимальный сигнал напряжения, подаваемый на любую выходную клемму тока с учетом заземления
пост. ток до 850 Гц	600 В ср. кв. знач., 850 В пик., ограничение 2 А ср. кв. знач., без переходных перегрузок по напряжению
от 850 Гц до 3 кГц	100 В ср. кв. знач., 142 В пик., ограничение 2 А ср. кв. знач., без переходных перегрузок по напряжению
от 3 кГц до 10 кГц	33 В ср. кв. знач., 47 В пик., ограничение 2 А ср. кв. знач., без переходных перегрузок по напряжению

**Характеристики производительности**

**Работает в пределах управляющего контура, синусоиды или гармонического воздействия 6105А или 6100В (все диапазоны тока)**

Погрешность тока и фазового угла 52120А при управлении одним 610Х применяется к параллельному выходу приборов 52120А (не более трех), подключенных как ведомые устройства. Для получения сведений о характеристиках интергармоники, флуктуирующей гармонике, кратковременного понижения напряжения и фликкер-шума см. характеристики 610Х.

*Коэффициент охвата k=2,58 (99 % доверительный интервал)*

## Погрешность тока

Частота	Годичная погрешность, $t_{cal}^{[1]} \pm 5 \text{ }^\circ\text{C} \pm (\% \text{ выходного сигнала} + \% \text{ диапазона})$			
	6105В		6100В	
	% выходного напряжения	% диапазона	% выходного напряжения	% диапазона
Постоянный ток	0,015	0,010	0,022	0,025
10 Гц – 850 Гц	0,011	0,003	0,018	0,003
от 850 Гц до 6 кГц	0,052	0,005	0,052	0,005
от 6 кГц до 9 кГц	См. таблицу независимой погрешности рабочего тока.			
<p>[1] <math>t_{cal}</math> является температурой, при которой происходила калибровочная регулировка.</p> <p>Примечания:  Максимальная индуктивность для стабильности LCOMP OFF составляет 100 мГн. Максимальная индуктивность для стабильности LCOMP ON составляет 400 мГн для диапазонов 2 А и 20 А. 100 мГн для диапазона 120 А.</p>				

## Погрешность фазового угла

Частота	Погрешность
от 10 Гц до 69 Гц	0,006 °
от 69 Гц до 180 Гц	0,012 °
от 180 Гц до 450 Гц	0,025 °
от 450 Гц до 850 Гц	0,045 °
от 850 Гц до 3 кГц	0,325 °
от 3 до 6 кГц	0,645 °

*Коэффициент охвата  $k=2,00$  (95 % доверительный интервал)*

## Погрешность тока

Частота	Годичная погрешность, $t_{cal}^{[1]} \pm 5 \text{ }^\circ\text{C} \pm (\% \text{ выходного сигнала} + \% \text{ диапазона})$			
	6105В		6100В	
	% выходного напряжения	% диапазона	% выходного напряжения	% диапазона
Постоянный ток	0,012	0,008	0,017	0,019
от 10 Гц до 850 Гц	0,009	0,002	0,021	0,002
от 850 Гц до 6 кГц	0,040	0,004	0,040	0,004
от 6 кГц до 10 кГц	См. таблицу независимой погрешности рабочего тока.			
<p>[1] <math>t_{cal}</math> является температурой, при которой происходила калибровочная регулировка.</p> <p>Примечания:  Максимальная индуктивность для стабильности LCOMP OFF составляет 100 мГн. Максимальная индуктивность для стабильности LCOMP ON составляет 400 мГн для диапазонов 2 А и 20 А. 100 мГн для диапазона 120 А.</p>				

## Погрешность фазового угла

Частота	Погрешность
от 10 Гц до 69 Гц	0,005 °
от 69 Гц до 180 Гц	0,009 °
от 180 Гц до 450 Гц	0,020 °
от 450 Гц до 850 Гц	0,035 °
от 850 Гц до 3 кГц	0,250 °
от 3 до 6 кГц	0,500 °

**Максимальный сдвиг по фазе, зависящий от нагрузки**

<0,001 ° при 60 Гц; линейное снижение до 0,006 при 6 кГц.°

**Максимальное искажение и шум**

Частота	Искажение <sup>[1]</sup>				Шум от 16 Гц до 10 МГц
	LCOMP ВЫКЛЮЧЕН		LCOMP ВКЛЮЧЕН		
	дБ	Ток	дБ	Ток	
<b>2 А диапазон</b>					
16 Гц - 850 Гц	-76	42 мкА	-70	83 мкА	-60 дБ
от 850 Гц до 6 кГц	-52	662 мкА	-46	1,3 мА	-60 дБ
от 6 кГц до 10 кГц <sup>[2]</sup>	-40	2,6 мА	-35	4,7 мА	-60 дБ
<b>20 А диапазон</b>					
от 16 Гц до 850 Гц	-76	418 мкА	-60	2,6 мА	-70 дБ
от 850 Гц до 6 кГц	-52	6,6 мА	-42	20,9 мА	-70 дБ
от 6 кГц до 10 кГц <sup>[2]</sup>	-40	26,4 мА	-35	46,9 мА	-70 дБ
<b>120 А диапазон</b>					
от 16 Гц до 850 Гц	-76	2,5 мА	-60	15,8 мА	-70 дБ
от 850 Гц до 6 кГц	-52	39,7 мА	-42	125,7 мА	-70 дБ
от 6 кГц до 10 кГц <sup>[2]</sup>	-40	158,2 мА	-35	281,3 мА	-70 дБ
<p>[1] Используйте дБ или ток. (большее из значений).</p> <p>[2] Взаимные гармоники только выше 6 кГц.</p>					

**Независимая работа устройства**

Характеристики независимой работы приведены для погрешности крутизны с напряжением на входе или для усиления тока с токовым входом. Данные характеристики не включают погрешности устройства, подающего напряжение или сигнал тока на вход прибора. Для получения абсолютной погрешности выхода тока объедините характеристики источника и прибора с процедурой вычисления квадратного корня из суммы квадратов (RSS), приведенной в *Руководстве пользователя 52120A*.

В автономном режиме можно объединить до десяти устройств 52120A (одно основное и девять ведомых устройств). Другие дополнительные ведомые устройства игнорируются системой контроля.

*Коэффициент охвата k=2,58 (99 % доверительный интервал)*

**Погрешность тока**

Частота	Погрешность годовая погрешность, tcal <sup>[1]</sup> ±5 °C ±(% выходного сигнала + % диапазона)		
	% выходного сигнала	% считывания	
		LCOMP OFF <sup>[2]</sup>	LCOMP ON <sup>[3]</sup>
<b>2 А диапазон</b>			
Постоянный ток	0,010	0,005	0,005
от 10 до 65 Гц	0,015	0,070	0,300
от 65 до 300 Гц	0,030	0,070	0,500
от 300 Гц до 1 кГц	0,100	0,070	3,500
от 1 до 3 кГц	0,300	0,600	Не задано
от 3 до 6 кГц	1,000	1,600	Не задано
от 6 кГц до 10 кГц	2,000	4,000	Не задано
<b>20 А диапазон</b>			
Постоянный ток	0,010	0,005	0,005
от 10 до 65 Гц	0,015	0,060	0,300
от 65 до 300 Гц	0,030	0,060	1,200
от 300 Гц до 1 кГц	0,100	0,060	6,000
от 1 до 3 кГц	0,300	0,200	Не задано
от 3 до 6 кГц	1,000	0,400	Не задано
от 6 кГц до 10 кГц	3,000	0,600	Не задано
<b>120 А диапазон</b>			
Постоянный ток	0,010	0,005	0,005
от 10 до 65 Гц	0,015	0,020	0,500
от 65 до 300 Гц	0,030	0,030	0,700
от 300 Гц до 1 кГц	0,100	0,100	3,500
от 1 до 3 кГц	0,300	0,250	Не задано
от 3 до 6 кГц	1,000	0,450	Не задано
от 6 кГц до 10 кГц	4,000	0,750	Не задано
<p>[1] tcal является температурой, при которой происходила калибровочная регулировка.</p> <p>[2] Максимальная индуктивность для стабильности LCOMP OFF составляет 100 мГн.</p> <p>[3] Максимальная индуктивность для стабильности LCOMP ON составляет 1 мГн.</p>			

Коэффициент охвата  $k=2,00$  (95 % доверительный интервал)

### Погрешность тока

Частота	Погрешность годовая погрешность, tcal <sup>[1]</sup> ±5 °C ±(% выходного сигнала + % диапазона)		
	% выходного сигнала	% считывания	
		LCOMP OFF <sup>[2]</sup>	LCOMP ON <sup>[3]</sup>
<b>2 А диапазон</b>			
Постоянный ток	0,008	0,004	0,004
от 10 до 65 Гц	0,012	0,054	0,233
от 65 до 300 Гц	0,023	0,054	0,390
от 300 Гц до 1 кГц	0,078	0,054	2,720
от 1 до 3 кГц	0,233	0,465	Не задано
от 3 до 6 кГц	0,775	1,240	Не задано
от 6 кГц до 10 кГц	1,550	3,100	Не задано
<b>20 А диапазон</b>			
Постоянный ток	0,008	0,004	0,004
от 10 до 65 Гц	0,012	0,047	0,233
от 65 до 300 Гц	0,023	0,047	1,200
от 300 Гц до 1 кГц	0,078	0,047	6,000
от 1 до 3 кГц	0,233	0,155	Не задано
от 3 до 6 кГц	0,775	0,310	Не задано
от 6 кГц до 10 кГц	2,330	0,470	Не задано
<b>120 А диапазон</b>			
Постоянный ток	0,008	0,004	0,004
от 10 до 65 Гц	0,012	0,016	0,390
от 65 до 300 Гц	0,023	0,023	0,700
от 300 Гц до 1 кГц	0,078	0,078	3,500
от 1 до 3 кГц	0,233	0,194	Не задано
от 3 до 6 кГц	0,775	0,349	Не задано
от 6 кГц до 10 кГц	3,101	0,581	Не задано
<p>[1] tcal является температурой, при которой происходила калибровочная регулировка.</p> <p>[2] Максимальная индуктивность для стабильности LCOMP OFF составляет 100 мГн.</p> <p>[3] Максимальная индуктивность для стабильности LCOMP ON составляет 1 мГн.</p>			

### Искажения

Частота	LCOMP ВЫКЛЮЧЕН		LCOMP ВКЛЮЧЕН	
	дБ	%	дБ	%
10–65 Гц	-60 дБ	0,1 %	-60 дБ	0,1 %
65–300 Гц	-60 дБ	0,1 %	-50 дБ	0,3 %
от 300 Гц до 1 кГц	-54 дБ	0,2 %	-50 дБ	0,3 %
от 1 до 3 кГц	-46 дБ	0,5%	Не задано	
от 3 до 6 кГц	-46 дБ	0,5%	Не задано	
от 6 кГц до 10 кГц	-40 дБ	1,0%	Не задано	
<p>Примечание Характеристики искажения применяются к выходному сигналу на всех диапазонах, измеренных в полосе частот 50 кГц.</p>				

### 52120A/COIL 3 кА катушка 25 витков

Число витков ..... 25  
 Максимальный размер внутренних клемм для проводов ..... 26 мм (ширина) x 36 мм (длина)  
 Максимальный входной ток ..... 120 А непрерывный со включенным встроенным вентилятором 12 В  
 Максимальное напряжение ..... 4,5 В ср. кв. знач.

#### Погрешность

Входной ток <sup>[1]</sup>	Частота	Эффективный ток Ампер-витков	52120A + погрешность катушки <sup>[2]</sup> ±(% ампер-витков + % от диапазона 52120A)	
			% от ампер-витков	% от диапазона 52120A
от 0 А до 100 А	Постоянный ток	от 0 до 2500	0,7 %	0,7 %
от 0 А до 120 А	от 10 до 65 Гц	от 0 до 3000	0,7 %	0,7 %
от 0 А до 120 А	от 65 до 300 Гц	от 0 до 3000	0,7 %	0,7 %
от 0 А до 40 А	от 300 Гц до 1 кГц	от 0 до 1000	0,7 %	0,7 %
от 0 А до 12 А	от 1 до 3 кГц	от 0 до 300	0,8 %	1,0%
от 0 А до 3 А	от 3 до 6 кГц	от 0 до 100	1,5%	1,0%
от 0 А до 1 А	от 6 кГц до 10 кГц	от 0 до 50	5,0 %	1,0 %

[1] Индуктивность и взаимоиנדукция катушки 25 витков и измеряемой клеммы вызывает в катушке частотно-зависимое напряжение. Длина и форма кабелей, подводящих ток к катушке, также имеют значение. Максимальный входной ток составляет 120 А при приблизительно 100 Гц. Максимальный входной ток убывает приблизительно до 0,8 А при 10 кГц.  
 [2] Включая взаимодействие катушка/зажим.

### 52120A/COIL 6 кА катушка 50 витков

Число витков ..... 50  
 Минимальная длина гибкой части датчика ..... 500 мм  
 Максимальный входной ток ..... 120 А непрерывный со включенным встроенным вентилятором 12 В  
 Максимальное напряжение ..... 4,5 В ср. кв. знач.

#### Погрешность

Входной ток <sup>[1]</sup>	Частота	Эффективный ток Ампер-витков	52120A + погрешность катушки <sup>[2]</sup> ±(% ампер-витков + % от диапазона 52120A)	
			% от ампер-витков	% от диапазона 52120A
от 0 А до 100 А	Постоянный ток	от 0 до 5000	0,7 %	0,7 %
от 0 А до 120 А	от 10 до 65 Гц	от 0 до 6000	0,7 %	0,7 %
от 0 А до 120 А	от 65 до 300 Гц	от 0 до 6000	0,7 %	0,7 %
от 0 А до 120 А	от 300 Гц до 1 кГц	от 0 до 6000	0,7 %	0,7 %
от 0 А до 120 А	от 1 до 3 кГц	от 0 до 3500	0,8 %	1,0%
от 0 А до 25 А	от 3 до 6 кГц	от 0 до 1250	1,5%	1,0%
от 0 А до 13 А	от 6 до 10 кГц	от 0 до 600	5,0 %	1,0 %

[1] Индуктивность и взаимоиנדукция катушки 50 витков и измеряемой клеммы вызывает в катушке частотно-зависимое напряжение. Максимальная частота для входного тока 120 А составляет около 600 Гц. Максимальный входной ток убывает приблизительно до 13 А при 10 кГц.  
 [2] Включая взаимодействие катушка/щуп.

#### Примечание

*Характеристики катушек даны для доверительного интервала 99% и соответствуют объединенной погрешности катушки и прибора 52120A. Если катушки используются с другими источниками тока, погрешность калибровки собственно катушки составляет 0,65 % (для доверительного интервала 99 %) в диапазоне от 0 Гц до 10 кГц.*



## **Глава 2**

# **Передняя панель**

<b>Титульная</b>	<b>страница</b>
Введение .....	2-3
Примечания об использовании устройства .....	2-3
Погрешность .....	2-3
Потенциальные ошибки измерения .....	2-4
Пути утечки .....	2-4
Синфазный ток .....	2-4
Подключения к внешнему напряжению .....	2-5
Регулировка нагрузки .....	2-8
Рабочее поведение устройства .....	2-8
Цвета индикаторов передней панели .....	2-8
Несовместимые сочетания клавиш .....	2-9
Индикаторы состояния .....	2-9
Индикаторы соответствия напряжению .....	2-10
Три красных светодиода или самоотключение устройства.....	2-10
Использование устройства.....	2-10
Работа усилителя тока .....	2-10
Независимая работа.....	2-10
Настройка нескольких усилителей .....	2-12
Работа при напряжении более 120 А.....	2-12
Работа замкнутого контура .....	2-14
Выходы многофазного тока .....	2-17
Использование дополнительных катушек с Прибором .....	2-19
Профиль тока/Гц.....	2-19
Подключение кабеля напряжения.....	2-19
Калибровка токовых клещей .....	2-19
Встроенный вентилятор .....	2-19



## Введение

Данное устройство можно настроить для работы в независимой конфигурации или под управлением калибратора Electrical Power Standard, например, Fluke 6100B или 6105A. Входы нескольких устройств можно подключить к входу одного стандарта измерения электроэнергии. Выход тока каждого устройства можно подключить к нагрузке параллельно. Каждое устройство можно настроить таким образом, чтобы у каждого выхода тока был отдельный фазовый угол переменного тока.

## Примечания об использовании устройства

### Погрешность

Характеристики, приведенные в главе 1 для независимой работы, не включают погрешности устройства, подающего напряжение или сигнал тока на вход прибора. Для получения абсолютной погрешности выхода тока используйте процедуру вычисления квадратного корня из суммы квадратов (RSS). Для вычисления общей погрешности выполните следующие действия:

Сначала вычислите:

$$\sqrt{\text{specA}^2 + \text{specB}^2} = \text{общая характеристика}$$

Умножьте значение общей характеристики на коэффициент охвата, чтобы получить расширенную погрешность при необходимой доверительной вероятности. Наиболее часто используемые доверительные вероятности для данного типа устройства приведены в таблице 2.1.

**Таблица 2-1. Доверительные вероятности**

Доверительная вероятность	Делители/множители коэффициента охвата
95 %	2,00
99 %	2,58
Не указано	1,73

В данном примере выходной сигнал устройства 5720A составляет 1,2 В при 20 Гц, применимых к устройству. Для устройства установлен диапазон 120 А при выключенном LCOMP. Устройство и прибор 5720A имеют характеристики доверительной вероятности в 99 %. Перед вычислением характеристики с помощью процедуры RSS не требуется устанавливать для этих приборов стандартную вероятность. В данном примере доверительная вероятность прибора 5720A составляет 95 %, а устройства — 99 %. В таблице 2-2. показано, как вычисляется общая погрешность.

**Таблица 2-2. Вычисление общей погрешности**

Этапы вычисления	Расширенная	Стандартная
Выходной сигнал 5720A 1,2 В при 20 Гц (240 ppm + 40 мВ)	0,0273 %	
Делитель для преобразования стандартной вероятности	2,00	
Стандартная вероятность 5720a		0,0137 %
Выходной сигнал устройства 120 А при 20 Гц, LCOMP выключен	0,0350 %	
Делитель для преобразования стандартной вероятности	2,58	
Стандартная вероятность устройства (0,015 % + 0,020 %)		0,0136 %
Квадратный корень из суммы квадратов (RSS)		0,0192 %
Множитель для преобразования вероятности в 99 %	2,58	
Объединенная погрешность при вероятности в 99 %	0,0497 %	

### **Потенциальные ошибки измерения**

При выполнении измерений тока существуют некоторые типичные ошибки измерения, которые могут иметь нежелательное воздействие на выходной сигнал устройства.

#### **Пути утечки**

Пути утечки тока являются проблемой, связанной с калибровкой и измерением низких значений тока. Данный тип ошибки обычно не относится к диапазону тока устройства с высоким значением. Ошибки путей утечки можно игнорировать до появления высокого уровня влажности или изоляции оборудования.

#### **Синфазный ток**

Если говорить о локальном общем проводе или заземлении, на двух линиях 2-проводного кабеля присутствует синфазный сигнал. Эти сигналы на двух линиях являются синфазными и имеют одинаковые амплитуды. Ток проходит через проводники сигналов к заземлению через межобмоточную емкость в трансформаторах. Синфазный ток не проходит через датчик чувствительности измерительного устройства. Если устройство и его электронные контуры не сбалансированы должным образом относительно электрического потенциала земли, вносится погрешность.

Если измерительные устройства и источники не полностью изолированы, погрешность синфазного тока будет оказывать в некоторой степени воздействие на все измерения. На мобильное измерительное устройство без подключения к внешнему источнику питания или земле синфазный ток практически не оказывает воздействия. Так происходит по той причине, что синфазному току-неоткуда проходить. На трансформаторы тока синфазный ток также не оказывает влияния. Для обеспечения защитных экранов всегда рекомендуется присоединять низкое (LO) выходное подключение к заземлению. На тепловые устройства чувствительности синфазный ток оказывает незначительное воздействие. Несмотря на то, что источник тепла электрически отключен от термопары, синфазный-ток может быть обнаружен внутри и вокруг емкости устройства.

Существует простой способ проверки на воздействие синфазного тока при использовании продукта с независимым измерительным устройством. Подключите, а затем отключите выходную клемму LO к/от клеммы заземления устройства во время отслеживания измеряемого значения. Изменения в измеряемом значении могут быть вызваны в результате воздействия синфазного тока.

#### **⚠ Осторожно**

**Во избежание повреждений устройства не подключайте клемму LO к клемме заземления, если выход подключен к внешнему контуру, который может быть подключен к напряжению.**

Для уменьшения уровня воздействия синфазного-тока подключите одну сторону 2-проводной системы сигналов к заземлению. Эффективность синфазных дросселей-увеличивается по мере увеличения частоты сигнала воздействия синфазного тока. На рисунке 2-1. показаны рекомендуемые конфигурации заземления и синфазных дросселей для уменьшения уровня воздействия синфазного тока, если он вызывает помехи.

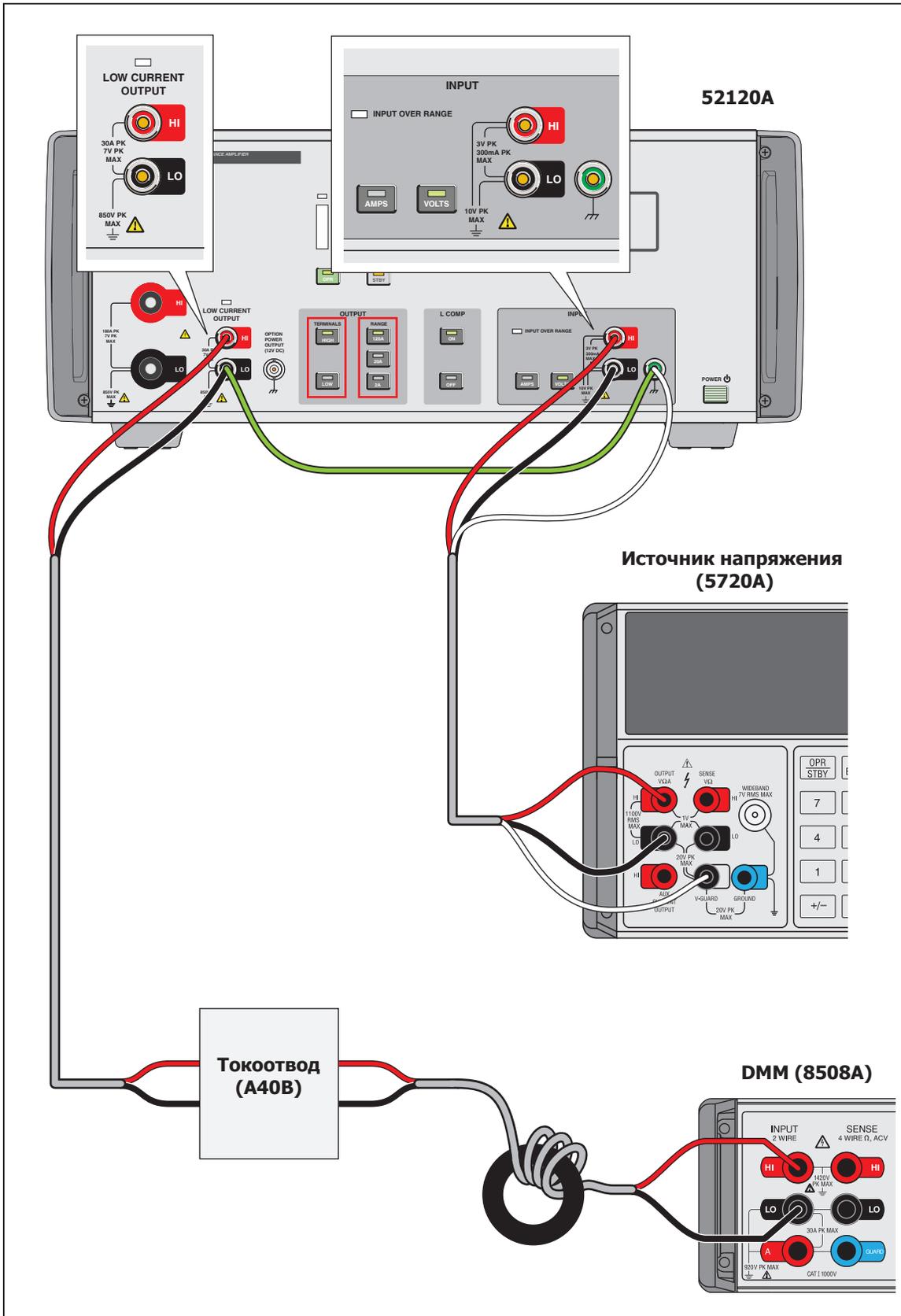


Рисунок 2-1. Подключения для пониженного воздействия синфазного тока

gsd005.eps

### *Подключения к внешнему напряжению*

Выход данного устройства изолирован от заземления, таким образом, измерения можно выполнять на внешних контурах, на которые подается напряжение до 600 В ср. кв. знач. Если устройство необходимо подключить к внешнему опасному источнику напряжения, рекомендуется использовать последовательность подключения и отключения, описанную в разделе "Соединительные кабели изделия" в главе 1.

#### **⚠ Осторожно**

**Во избежание повреждения устройства не подключайте одновременно клеммы HI и LO к внешним источникам напряжения.**

Подключайте только выходную клемму HI или клемму LO к внешнему источнику напряжения. Поскольку напряжение между HI и LO не может превышать 4,5 В в обычном режиме работы, входы HI и LO будут близки к уровню напряжения внешнего контура.

При подключении внешнего источника напряжения к клеммам тока на выходе невозможно подключить разъем низкого тока на выходе к заземлению в целях защиты от воздействия синфазного тока.

#### **⚠ Осторожно**

**Во избежание повреждения устройства не подключайте клемму LO к клемме, которая может находиться у электрического потенциала земли, когда внешний источник напряжения подключен к клеммам тока.**

Конфигурация подключенного оборудования может ограничивать измерения, которые можно использовать для уменьшения погрешностей синфазного тока, когда к контуру тока применяется внешний источник напряжения. Рекомендуется использовать оборудование, которое не подвергается воздействию синфазного тока.

Примером, где синфазное напряжение может быть применено к выходам, может послужить калибровка или типовая проверка однофазных или многофазных ваттметров. На рисунке 2-2. показано типичное подключение устройства к ваттметру, где прибор 6105A является источником напряжения, а устройство — источником тока.

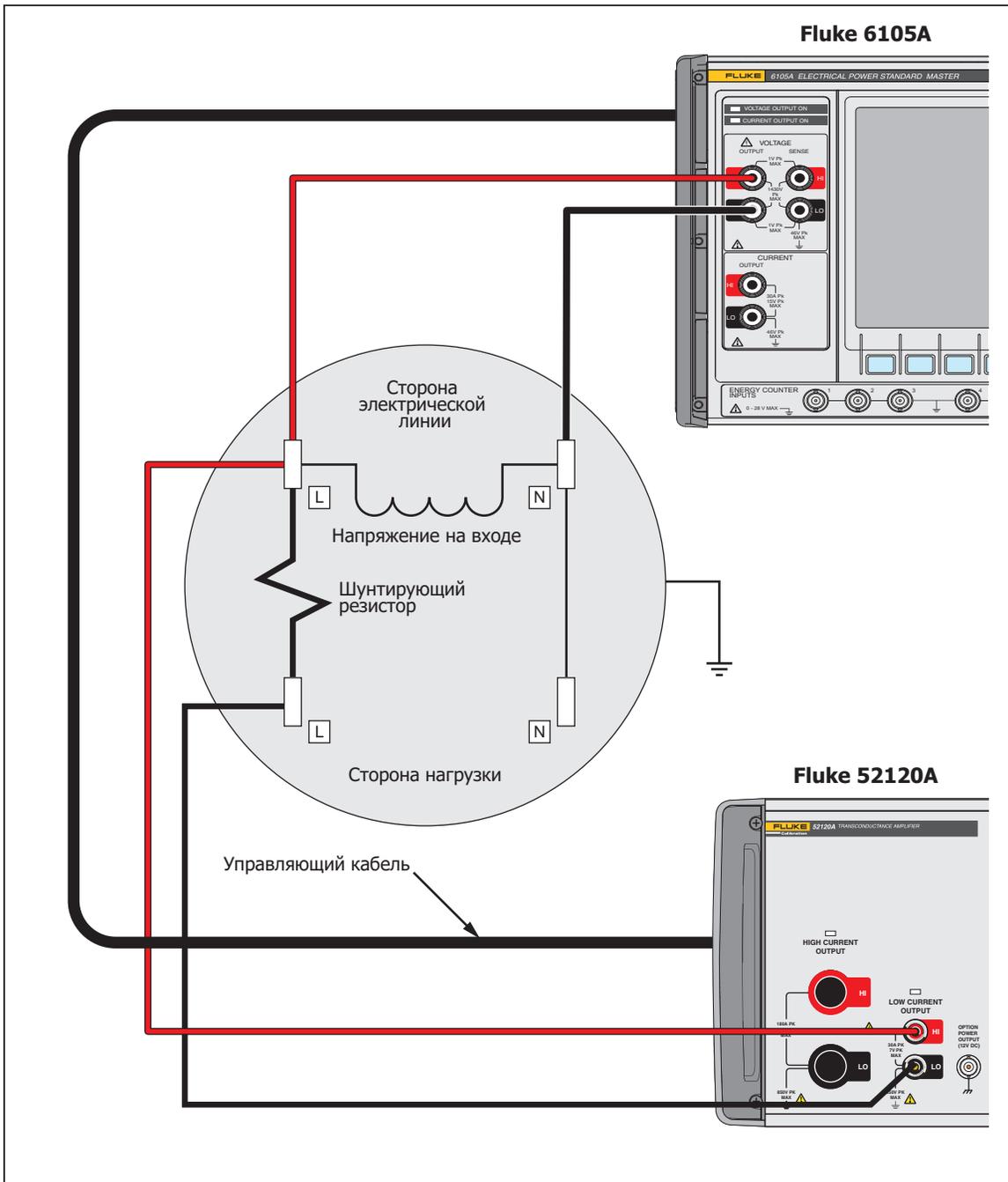


Рисунок 2-2. Подключение устройства к ваттметру

gsd012.eps

Емкость между контурами измерения и заземленным футляром для измерителя слишком мала для прохождения синфазного сигнала с достаточной амплитудой для изменения измерения.

Устройства с собственным источником питания, которые оснащены входным датчиком изоляции (например, трансформаторы тока) относительно стойки к погрешностям синфазного тока. Путь к заземлению прерывается датчиком.

### **Регулировка нагрузки**

Как и все источники тока, данное устройство имеет конечное полное сопротивление на выходе, и, таким образом, подвержено влиянию частоты в зависимости от погрешностей регулировки нагрузки в режиме Open Loop. Воздействия регулировки нагрузки описаны в характеристиках устройства и даны как процентное значение от полного диапазона. Для нагрузок низкого полного сопротивления воздействие регулировки нагрузки очень мало и процентное значение от сумматора характеристик полного диапазона завышено. Шунты А40В являются хорошим примером нагрузок низкого полного сопротивления. Производительность абсолютной трансдуктивной погрешности данного устройства значительно превосходит характеристики таких устройств, где для полного сопротивления контура выдерживается минимальное значение при длинных кабелях.

При подключении устройства к нагрузке сохраняйте минимальную длину кабеля. Чтобы полное сопротивление контура было низким, держите кабели близко друг к другу. Соединительные кабели высокого напряжения, входящие в комплект поставки данного устройства, добавляют около 2 мГн к полному сопротивлению нагрузки, если их соединять друг с другом на расстоянии 150 мм.

Для достижения наибольшей точности во время калибровки шунтов используйте сравнение постоянного и переменного тока. В данном типе измерений переменный ток сравнивается с известным постоянным током. Точность достигается за счет использования эталонного инструмента переменного и постоянного тока, такого как преобразователь теплового напряжения. Например, приборы Fluke 792A или Fluke 5790A. Чтобы использовать данный тип измерения, см. документацию, входящую в комплект поставки эталонного стандарта переменного и постоянного тока.

Короткий кабель, входящий в комплект поставки данного устройства, используется при необходимости образования короткого контура между клеммами высокого напряжения HI и LO. Разъем короткого контура имеет очень низкую индуктивность. Низкая индуктивность означает, что можно проводить тестирование на производительность с помощью токоизмерительных клещей на высоких частотах, что возможно при конфигурациях более длинных и индуктивных кабелей.

### **Рабочее поведение устройства**

В целях обеспечения защиты устройство оснащено внутренними детекторами. Защита распространяется также и на подключаемое к устройству оборудование. Когда устройство оказывается в непредвиденных условиях, оно переключается в режим ожидания (STBY). Прерывание входного сигнала электропитания на три миллисекунды и более приводит к переходу устройства в состояние включения питания с выключенным выходом. Таким образом, контуры остаются защищенными, а внешний источник питания — доступен.

Когда устройство находится в рабочем режиме (OPR), такое изменение состояния, как ошибка или нажатие клавиши, приводит к переходу прибора в режим ожидания (STBY).

### **Цвета индикаторов передней панели**

Большинство клавиш на передней панели имеют встроенные индикаторы. При различных условиях отображаются цвет и состояние данных индикаторов. В таблице 2-3. представлен список цветов, используемых для клавиш на передней панели.

Таблица 2-3. Индикаторы на передней панели

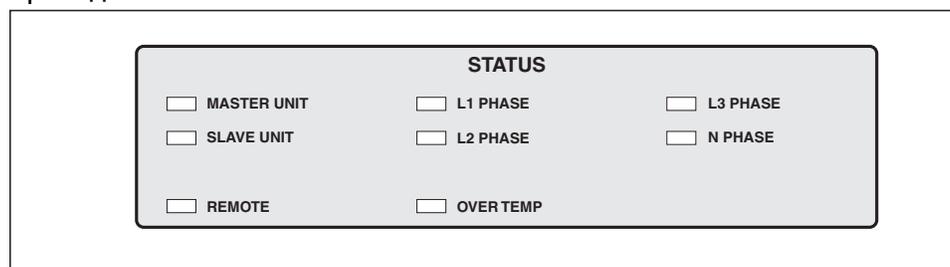
Состояние/цвет индикатора	Описание
Зеленый	Включена основная функция. Когда включен рабочий режим, индикаторы на клавише OPR и клавиши установленных клемм светятся зеленым.
Мигает зеленым	Установлено несовместимое условие. Мигающие зеленым клавиши предлагаются как альтернативные.
Красный	Отображение ошибок чрезмерного соответствия, сверхтемпературы и входного диапазона.
Янтарный	Устройство находится в режиме ожидания. В режиме ожидания клавиша STBY и клавиши установленных клемм светятся янтарным.
Янтарный (Ошибка)	Отображение ошибок чрезмерного соответствия, сверхтемпературы и входного диапазона. Устройство в цепочке "мастер/подчиненный" сообщает об ошибке.

**Несовместимые сочетания клавиш**

Существуют наборы клавиш и условий, являющиеся взаимоисключающими. Если установлен диапазон 120 А и нажата клавиша , светодиод в  мигает зеленым, что говорит о несовместимом выборе и предлагает клавишу  как альтернативу. При установленных клеммах низкого напряжения и нажатии клавиши , светодиоды на клавишах  и  мигают зеленым. Диапазоны 2 А и 20 А совместимы с клеммами низкого напряжения, в то время как диапазон 120 А — нет.

**Индикаторы состояния**

Как показано на рисунке 2-3, устройство имеет восемь индикаторов состояния. В таблице 2-4. представлен список данных индикаторов, и приведено их описание.



gsd014.eps

Рисунок 2-3. Индикаторы состояния

Таблица 2-4. Индикаторы состояния

Индикатор	Описание
MASTER UNIT (ГЛАВНОЕ УСТРОЙСТВО)	К контрольному выходу данного устройства не подключено другое устройство или блок управления второго устройства. Данное устройство является главным и управляет другими приборами как подчиненными.
SLAVE UNIT (ПОДЧИНЕННОЕ УСТРОЙСТВО)	Вход управления данного устройства подключен к выходу управления второго устройства. Данное устройство подчиняется главному устройству.
REMOTE	Управление данным устройством осуществляется через интерфейс IEEE на задней панели.
Фазы L1, L2, L3, N	При подключении к прибору 6100B/6105A один из этих индикаторов отображает, к какой фазе подключено устройство.
OVER TEMP (ПРЕВЫШЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ) (красный)	Внутренние датчики температуры вызвали переход устройства в режим ожидания. При подключении нескольких устройств по типу "главное/подчиненное" индикаторы OVER TEMP устройств, для которых не превышена температура, светятся янтарными. Чтобы устранить это состояние, отключите и включите питание прибора.
OVER TEMP (ПРЕВЫШЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ) (янтарный)	Устройство, подключенное к данному прибору, имеет условие OVER TEMP, что привело к переходу данного устройства в режим ожидания.

## **Индикаторы соответствия напряжению**

Для отображения соответствия напряжению устройства предусмотрено два индикатора. Индикатор соответствия уровню напряжения отображает напряжение по нагрузке. Напряжение нагрузки по нагрузке состоит в пропорции к нагрузке исходящего от устройства тока. Когда напряжение на выходах устройства равно или превышает максимальное указанное значение напряжения, индикатор чрезмерного соответствия светится красным. При превышении соответствия устройство переходит в режим ожидания.

## **Три красных светодиода или самоотключение устройства**

Когда индикаторы чрезмерного соответствия, превышения температуры и выхода за пределы диапазона одновременно светятся красным, происходит неопределенная ошибка. Она может быть вызвана превышением температуры или тока в источнике питания устройства. Если это происходит или устройство неожиданно отключается, переведите переключатель питания на задней панели в положение ВЫКЛ. Не включайте устройство в течение как минимум 10 минут. Убедитесь, что окружающая температура не превышает 35 °С. Убедитесь, что воздухопускные и воздуховыпускные отверстия не засорены. При необходимости см. главу 4 для прочистки воздушного фильтра. Если с помощью этих процедур не удалось устранить проблему, свяжитесь с представителем сервисного центра Fluke.

## **Использование устройства**

Один усилитель может выдавать однофазную форму кривой переменного тока максимум до 120 А или переменного тока 100 А. Устройство можно настроить для измерения напряжения (трансдуктивный усилитель) или тока (усилитель напряжения) на входе и выходе тока в пропорции к входному сигналу.

### **Работа усилителя тока**

При настройке устройства на входной ток прецизионный резистор подключается к входным клеммам. С помощью резистора измеряется напряжение в пропорции ко входному току.

При измерении в условиях входной перегрузки устройство переходит в режим ожидания (STBY). В целях обеспечения защиты прецизионного резистора устройство изменяет также вход напряжения. Источник тока, обеспечивающий входной сигнал устройства, может выдавать значение, превышающее предел соответствия напряжения, и отключаться. Необходимо настроить повторно вход для тока, чтобы устройство работало как усилитель тока.

### **⚠ Осторожно**

**Во избежание повреждения устройства или источника напряжения не устанавливайте напряжение между клеммами HI и LO, когда выход установлен на ток.**

### **Независимая работа**

Одним из примеров использования данного устройства является подача тока для проверки производительности токоизмерительных клещей. Чтобы настроить устройство для выполнения проверки на производительность, выполните следующие действия:

1. Подключите выход источника напряжения, в данном примере Fluke 5520A, ко входу устройства. См. рис. 2-4.

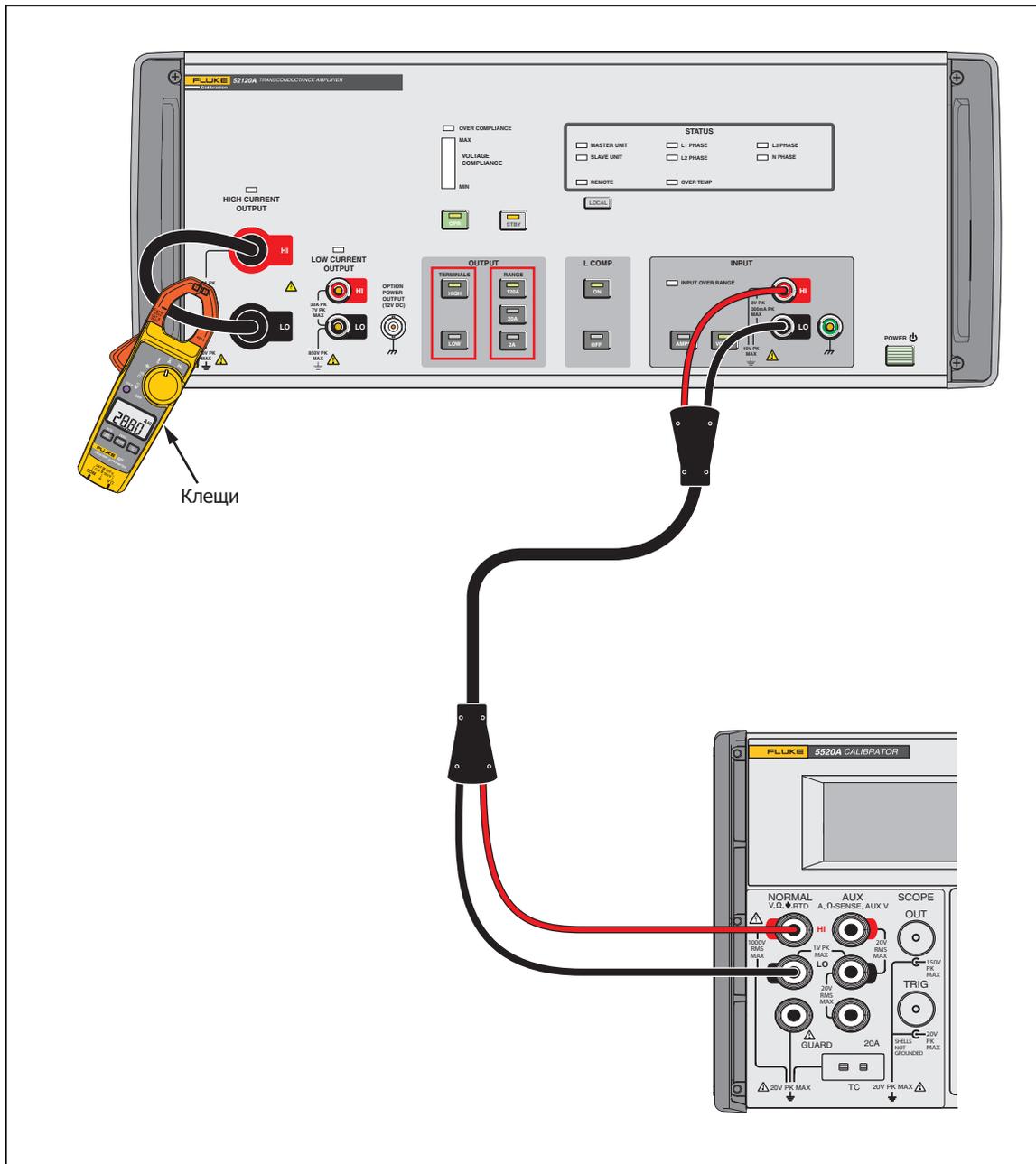


Рисунок 2-4. Подключение к 5520А и 52120А

gsd007.eps

2. Подключите короткий кабель между клеммами HI и LO выхода высокого напряжения.

*Примечание*

*Можно подключить также к выходам низкого напряжения, если ток на выходе составляет 20 А или менее.*

3. Нажмите кнопку , чтобы установить для входа устройства значение в вольтах. Индикатор на кнопке вольт начнет светиться. Это говорит о том, что установлен вольтный вход.

*Примечание*

Чтобы управлять устройством с помощью входа напряжения, нажмите кнопку  и подключите источник напряжения ко входным клеммам устройства.

**⚠ Осторожно**

**Во избежание повреждения устройства убедитесь, что не превышено максимальное входное напряжение. Характеристики максимального входного уровня см. в главе 1.**

4. При необходимости переведите LCOMP в состояние ВКЛ. или ВЫКЛ.

*Примечание*

Если LCOMP находится в состоянии вкл., увеличиваются полоса пропускания и погрешность устройства.

5. Нажмите ,  или , чтобы установить выходной диапазон. Индикатор на кнопке диапазона светится для отображения установленного диапазона.

*Примечание*

Для клемм низкого напряжения можно установить диапазон только в 2 и 20 А.

6. Нажмите  или , чтобы установить клеммы тока на выходе. Индикатор на кнопке светится для отображения клемм, выдающих ток на выходе.
7. Установите выход источника напряжения для напряжения, которое получает необходимый ток извне устройства. Диапазон входного напряжения устройства равен 0–2 В. Для вывода 15 А от устройства в диапазоне 20 А установите для входного напряжения значение 1,5 В. Пределы тока и входного напряжения см. в разделе характеристик в главе 1. Если входное значение превышает предел, устройство переходит в режим ожидания.
8. Подключите выходы к нагрузке. Убедитесь, что подключения закреплены должным образом.
9. Установите токоизмерительные клещи вокруг короткого кабеля и выполните считывание значения напряжения на дисплее токоизмерительных клещей.
10. Нажмите , чтобы произвести вывод напряжения.
11. Нажмите , чтобы отключить ток на выходе.

**Настройка нескольких усилителей**

Если необходимо более 120 А, можно использовать до 10 устройств, подключенных параллельно.

**Работа при напряжении более 120 А**

Чтобы настроить несколько усилителей для выходного сигнала более 120 А, выполните следующие действия:

Подключите один конец управляющего кабеля к разъему управляющего выхода на задней панели устройства. Подключите другой конец кабеля к разъему управляющего входа на задней панели второго устройства. См. рис. 2-5.

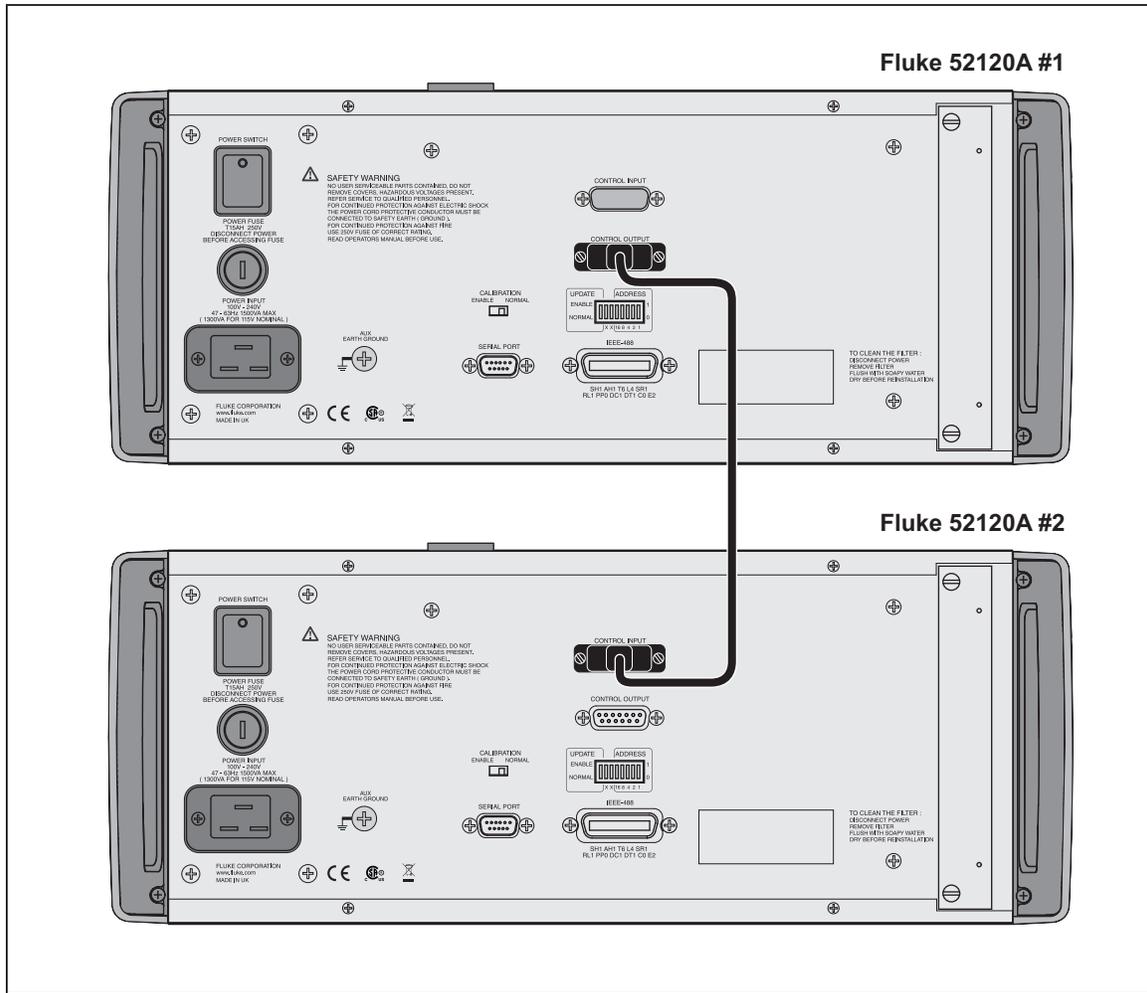


Рисунок 2-5. Подключение главного устройства к подчиненному

gsd017.eps

Первое устройство является главным, а второе — подчиненным. Подключите входной сигнал к клеммам главного устройства на передней панели. Второе устройство выдает входной сигнал через управляющий кабель. Оба устройства управляются с помощью передней панели главного устройства. Все клавиши, кроме STBY, отключаются на подчиненном устройстве.

Подключите выходы усилителя 1 и 2 к нагрузке, как показано на рисунке 2-6.

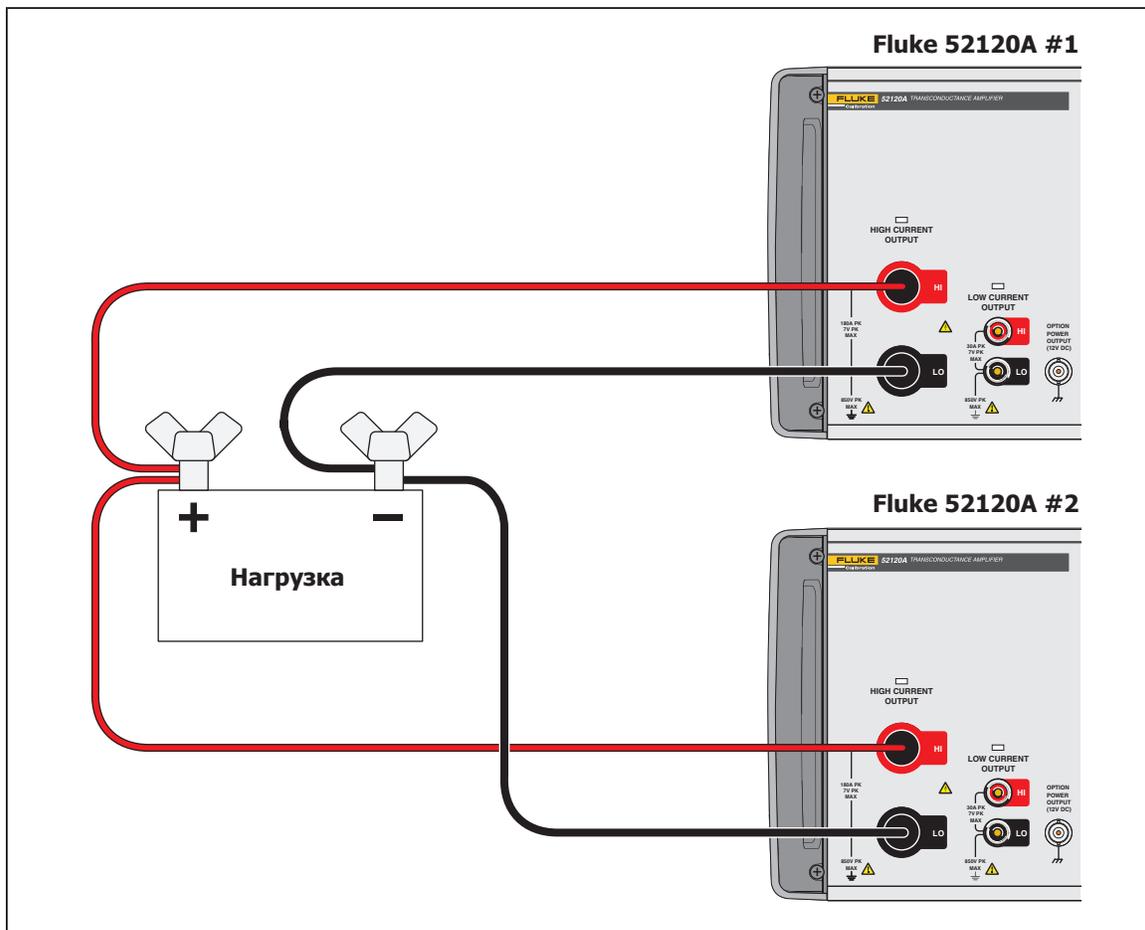


Рисунок 2-6. Два выхода усилителя, подключенные параллельно

gsd009.eps

### Работа замкнутого контура

Если требуется лучшая регулировка нагрузки и управление сдвигом по фазе, подключите устройство в конфигурации замкнутого контура с помощью прибора 6105A или 6100B. Прибор 6105A через контур обратной связи выдает фазовый угол сигнала и амплитуду для регулировки выхода и подачи более точного сигнала напряжения.

Чтобы подключить контур обратной связи, подключите один конец управляющего кабеля к входному управляющему разъему на задней панели Прибора. Подключите другой конец кабеля к выходному управляющему разъему усилителя тока на задней панели прибора 6105A или 6100B. См. рис. 2-7.

Устраните все подключения на передней панели между 6105A или 6100B и Прибором. Для активации аналоговых и управляющих подключений между приборами отключите, а затем включите 6105A или 6100B. Индикаторы состояния данного прибора будут отображать работу в подчиненном режиме. См. Рисунок 2-3. 6105A или 6100B имеют три диапазона тока: 1 x Ext.2A, 1 x Ext.20A и 1 x Ext.120A. Выходы устройства настраиваются на экране конфигурации клемм на передней панели 6105A или 6100B. Все клавиши, кроме STBY, отключаются на данном Приборе.

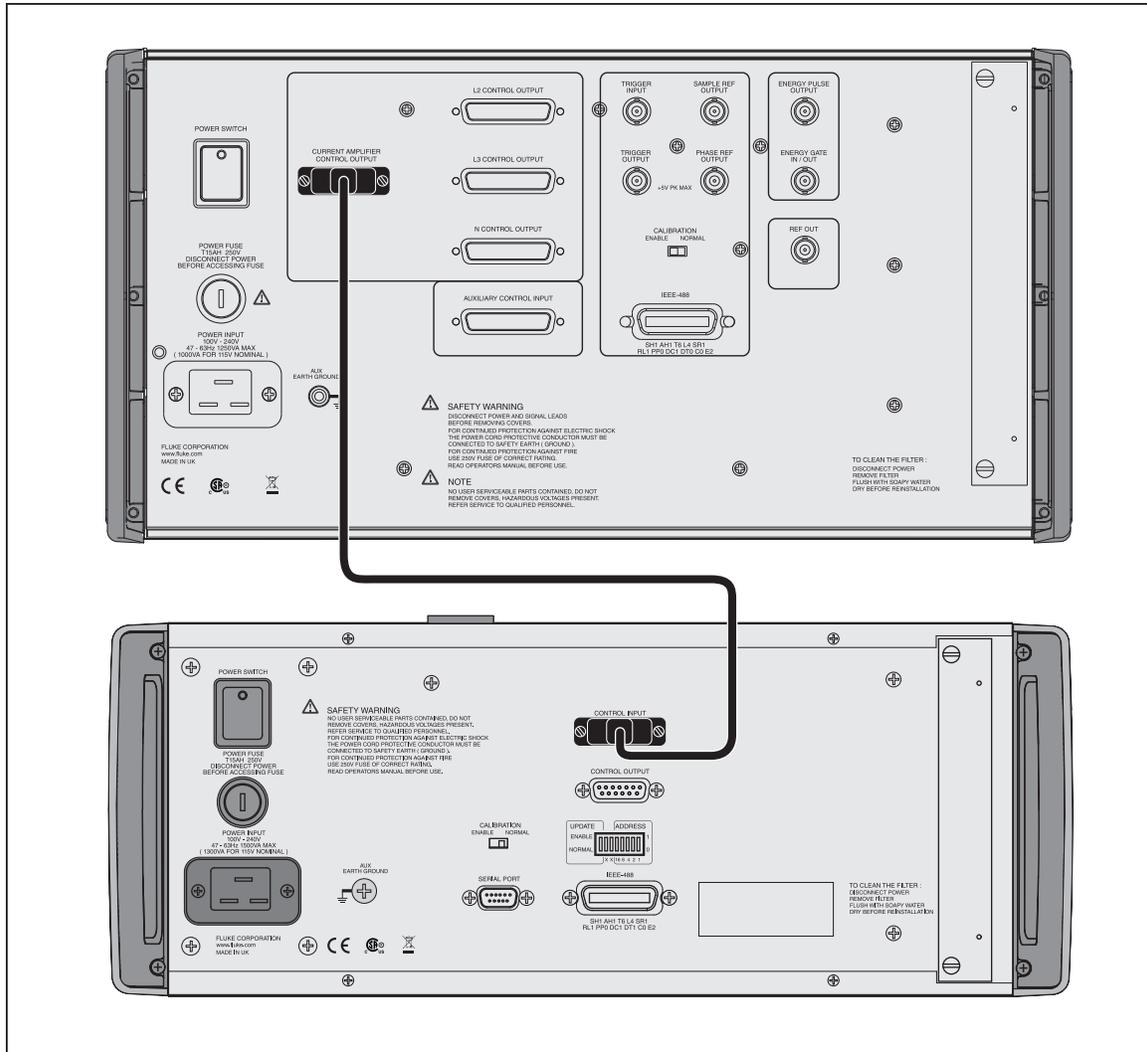


Рисунок 2-7. Подключение кабеля обратной связи

gsd006.eps

См. раздел работы с управляющим контуром 6105A или 6100B в главе 1. Эти характеристики включают погрешность 6100B или 6105A в данном управляющем режиме работы прибора 6105A. В режиме замкнутого контура параллельно можно подключить не более трех устройств для максимального уровня напряжения в 360 А. На рисунке 2-8. отображен способ подключения нескольких устройств к 6105A или 6100B.

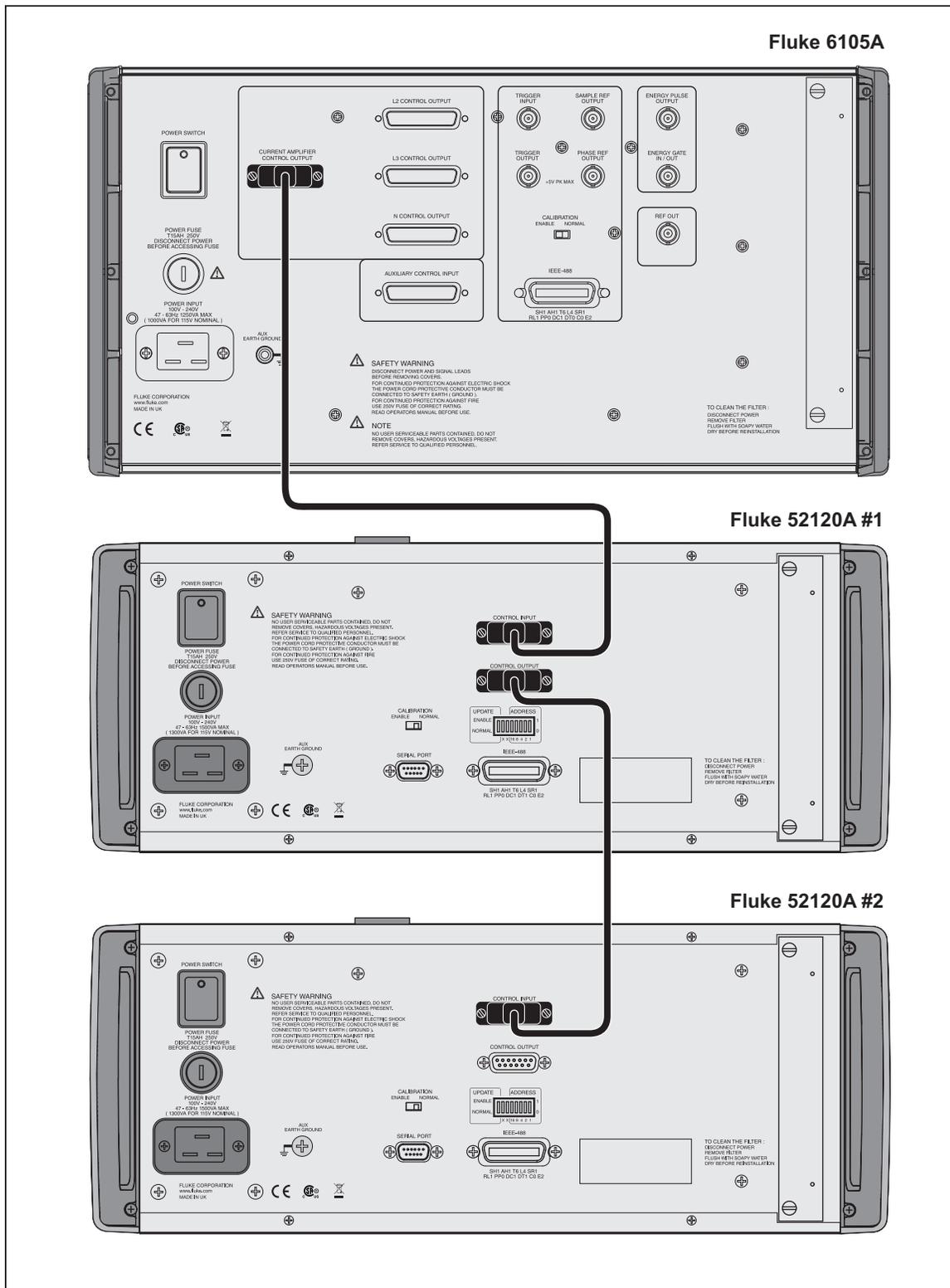


Рисунок 2-8. Подключение к нескольким усилителям

gsd008.eps

**Примечание**

*Выход прибора 6105A подключается к усилителям через управляющий кабель от 6105A или 6100B.*

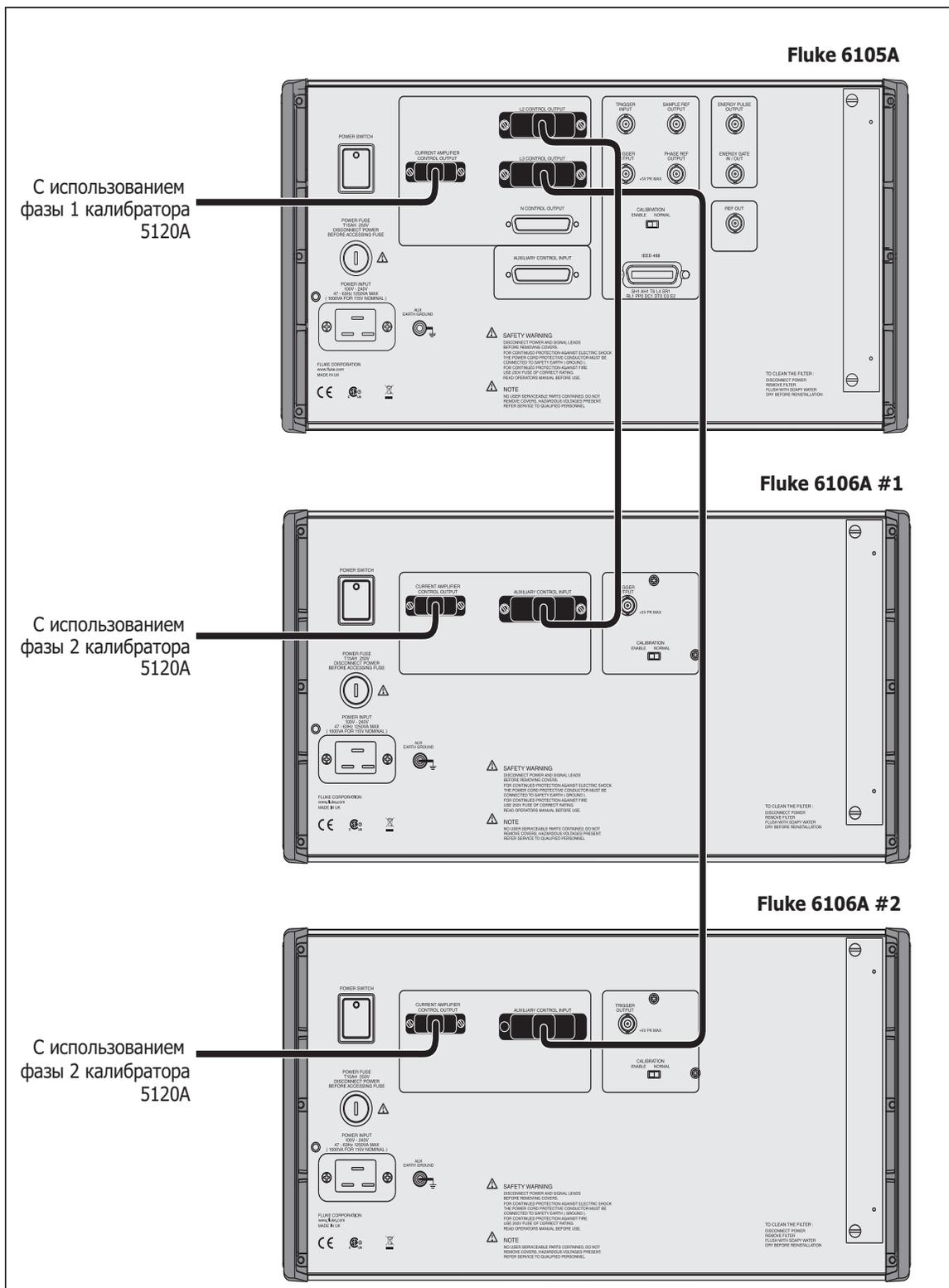
С помощью пользовательского интерфейса 6105A можно настроить все параметры усилителей. Дополнительные сведения см. в руководстве пользователя прибора 6105A.

При подключении трех устройств к 6105A или 6100B и параллельном подключении можно подавать максимальное напряжение в 360 А. Характеристики погрешности фазового угла и амплитуды для трех Приборов, подключенных параллельно, совпадают с характеристиками для данного Прибора.

### **Выходы многофазного тока**

Для выхода многофазного тока используйте 6105A для одной фазы и 6106A для всех остальных фаз. 6105A управляет всеми 6106A. Для каждого фазового угла необходим один прибор. Чтобы настроить трехфазный выход, выполните следующие действия:

1. Подключите управляющий кабель между разъемом управляющего выхода L2 6105A и вспомогательным разъемом управляющего входа 6106A.
2. Подключите второй управляющий кабель между разъемом управляющего выхода L3 6105A и вспомогательным разъемом управляющего входа второго 6106A. См. рис. 2-9.



gsd010.eps

Рисунок 2-9. Подключение 6105A к 6106A

3. Подключите второй управляющий кабель между разъемом управляющего выхода усилителя тока на задней панели одного из 6105A и разъемом управляющего входа на задней панели второго Прибора.
4. Выполните шаг 4 для второго 6106A.

На рисунке 2-9. отображено подключение между 6105А или 6106А и каждым Прибором.

В данном случае 6105А управляет двумя 6106А. Каждый можно настроить для подачи разных фазовых сигналов на соответствующие Приборы. Выход напряжения каждого Прибора управляется с помощью 6105А или 6106А, подключенного к вспомогательному управляющему входу.

### **Использование дополнительных катушек с Прибором**

Дополнительные катушки используются при калибровке токовых клещей и токовых катушек Роговского. Входное напряжение в 120 А в 25-витковой катушке приводит к образованию магнитного поля, равного 3000 А для калибровки токоизмерительных клещей. Входное напряжение в 120 А в 50-витковой катушке приводит к образованию магнитного поля, равного 6000 А в подковообразной катушке для калибровки токовых катушек Роговского. Магнитное поле катушек изменяется пропорционально входному напряжению.

#### **Профиль тока/Гц**

Полезная полоса пропускания дополнительных катушек для данного входного напряжения устанавливается с помощью предела соответствия напряжения источника тока. Предел соответствия напряжения является функцией полного сопротивления катушки. При пределе соответствия напряжения в 4,5 В в устройстве максимальное полное сопротивление, выдаваемое устройством, равно 120 А в 0,0375 Ω. Максимальное полное сопротивление включает в себя катушку, которая является индукционной, а также подключения и кабели.

#### **Подключение кабеля напряжения**

Убедитесь, что подключения на входных клеммах катушки надежно закреплены, чтобы избежать перегрева соединительных кабелей и клемм катушки. Сохраняйте минимальную длину кабеля. Для обеспечения минимального полного сопротивления контура держите кабели близко друг к другу и подключите их на равномерном расстоянии.

#### **Калибровка токовых клещей**

Некоторые токовые клещи и катушки Роговского чувствительны к расположению в магнитном поле. Для выполнения проверки на чувствительность переместите устройство в положение для калибровки в поле дополнительной катушки и следите за изменениями на выходе. Наилучших результатов удается достичь при центральном расположении.

#### **Встроенный вентилятор**

В дополнительную катушку встроен вентилятор 12 В пост. тока для охлаждения данной катушки. Электрическое соединение представляет собой кабель с терминальным устройством BNC, который отходит от основы катушки. Устройство оснащено разъемом BNC на передней панели (ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ ВЫХОД ПИТАНИЯ), который подает постоянный ток 12 В на вентилятор катушки. Если дополнительные катушки используются отдельно от устройства, питание 12- В пост. тока можно подавать с помощью источника питания 52120А/COIL12V DC. Вентилятор подает воздух через катушку.

### **⚠ Предупреждение**

**Во избежание возгорания, получения травм или повреждения оборудования не используйте дополнительную катушку при выключенном вентиляторе.**



# **Глава 3**

## **Работа в дистанционном режиме**

<b>Титульная</b>	<b>страница</b>
Введение .....	3-3
Соответствие стандарту IEEE-488.2 .....	3-3
Способ установки адреса шины .....	3-3
Условия включения питания и *RST .....	3-4
Регистры состояния SCPI .....	3-4
Дистанционные команды .....	3-5
Поддерживаемые общие команды.....	3-6
Поддерживаемые команды SCPI.....	3-6
Краткое изложение команд SCPI .....	3-7
Подробные сведения о командах 52120A SCPI.....	3-8
CALibration:ADJust? <cpd>, <nrf>, <nrf> .....	3-8
Подробные сведения о командах 6105A SCPI .....	3-11
Расширенные команды калибровки и настройки .....	3-12
6105A *OPT? Команда .....	3-13



## Введение

Данная глава содержит инструкции относительно дистанционного управления прибором с помощью интерфейса GPIB IEEE 488.2. Основным устройством в цепи приборов 52120A можно управлять дистанционно с помощью интерфейса GPIB IEEE 488.2. С помощью дистанционных команд можно управлять только основным устройством. Удаленный интерфейс отключен, если устройство настроено в качестве подчиненного.

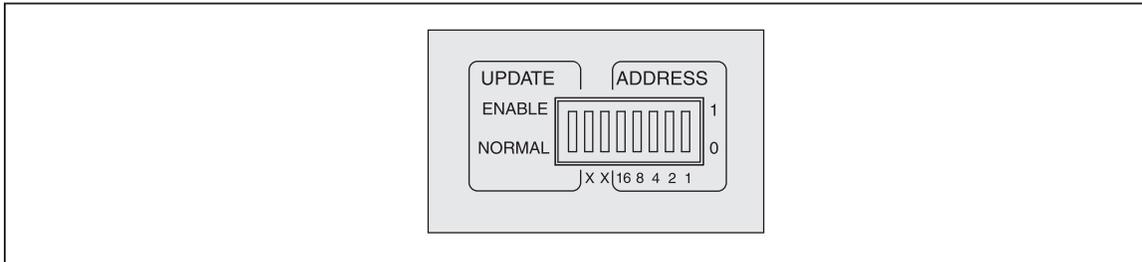
## Соответствие стандарту IEEE-488.2

Прибор является полностью программируемым для использования с интерфейсной шиной в рамках стандарта IEEE 488.1 (шина IEEE-488). Интерфейс IEEE-488 также совместим с дополнительным стандартом IEEE-488.2. Устройства, подключенные к шине в системе, работают как передатчики, приемники, передатчики/приемники или контроллеры. При работе контроллера в режиме дистанционного управления прибор функционирует исключительно как приемопередающее устройство на шине IEEE-488.

Для получения дополнительных сведений ознакомьтесь с характеристикой стандарта в публикациях *ANSI/стандарт IEEE 488.1 — 1987* и *стандарт IEEE 488.2 — 1988*.

## Способ установки адреса шины

Адрес, на который прибор реагирует на шине IEEE 488.1, устанавливается с помощью переключателей на задней панели. См. рис. 3-1. 5 переключателей с правой стороны используются для установки адреса. Крайний справа переключатель (1) является наименее значимым битом, а переключатель 5 (16) — наиболее значимым.



gsd015.eps

**Рисунок 3-1. Переключатели для установки адреса шины**

### Примечание

*Если прибор является подчиненным по отношению к 52120A или 6105A/6100B, интерфейс GPIB становится пассивным и больше не может рассматриваться в качестве адреса на шине GPIB.*

Используйте какой-либо заостренный предмет (например, карандаш) для установки необходимого адреса GPIB в двоичном разряде с помощью переключателей. Пять переключателей отмечены цифрами в двоичной последовательности справа налево: 1, 2, 4, 8, 16. Нажмите верхнюю часть переключателя, чтобы установить бит адреса. Нажмите нижнюю часть переключателя, чтобы удалить бит адреса. Адрес GPIB является недействительным, если установлены (адрес 31) или отключены (адрес 0) все переключатели для адресов.

### Примечание

*Переключатель для адресов используется только при включенном приборе. После изменения положения переключателя для адресов при включенном приборе необходимо выключить, а затем включить прибор. Только после этого прибор будет реагировать на новый адрес.*

## **Условия включения питания и \*RST**

Для всех параметров устанавливаются значения по умолчанию при включении прибора. В таблице 3-1. представлен список параметров, которые устанавливаются при включении прибора, а также при получении команды \*RST с помощью интерфейса GPIB. Последующие изменения для данных параметров будут сброшены при выключении прибора.

**Таблица 3-1. Значения по умолчанию при включении питания и получении команды \*RST**

<b>Поз.</b>	<b>Состояние включения питания</b>	<b>Состояние *RST</b>
Входные контакты	Напряжение	Напряжение
Диапазон	2A	2A
Выходные клеммы	Высокий	Высокий
Компенсация нагрузки	Выкл.	Выкл.
*ESR?	128	Не изменяется
*ESE	255	Не изменяется
*STB?	32	Не изменяется
*SRE	255	Не изменяется
:OPER:EVENT	0	Не изменяется
:QUES:EVENT	0	Не изменяется

## **Регистры состояния SCPI**

На рисунке 3-1. показана взаимосвязь регистра сомнительного состояния, регистра состояния событий и регистра состояния функционирования прибора.

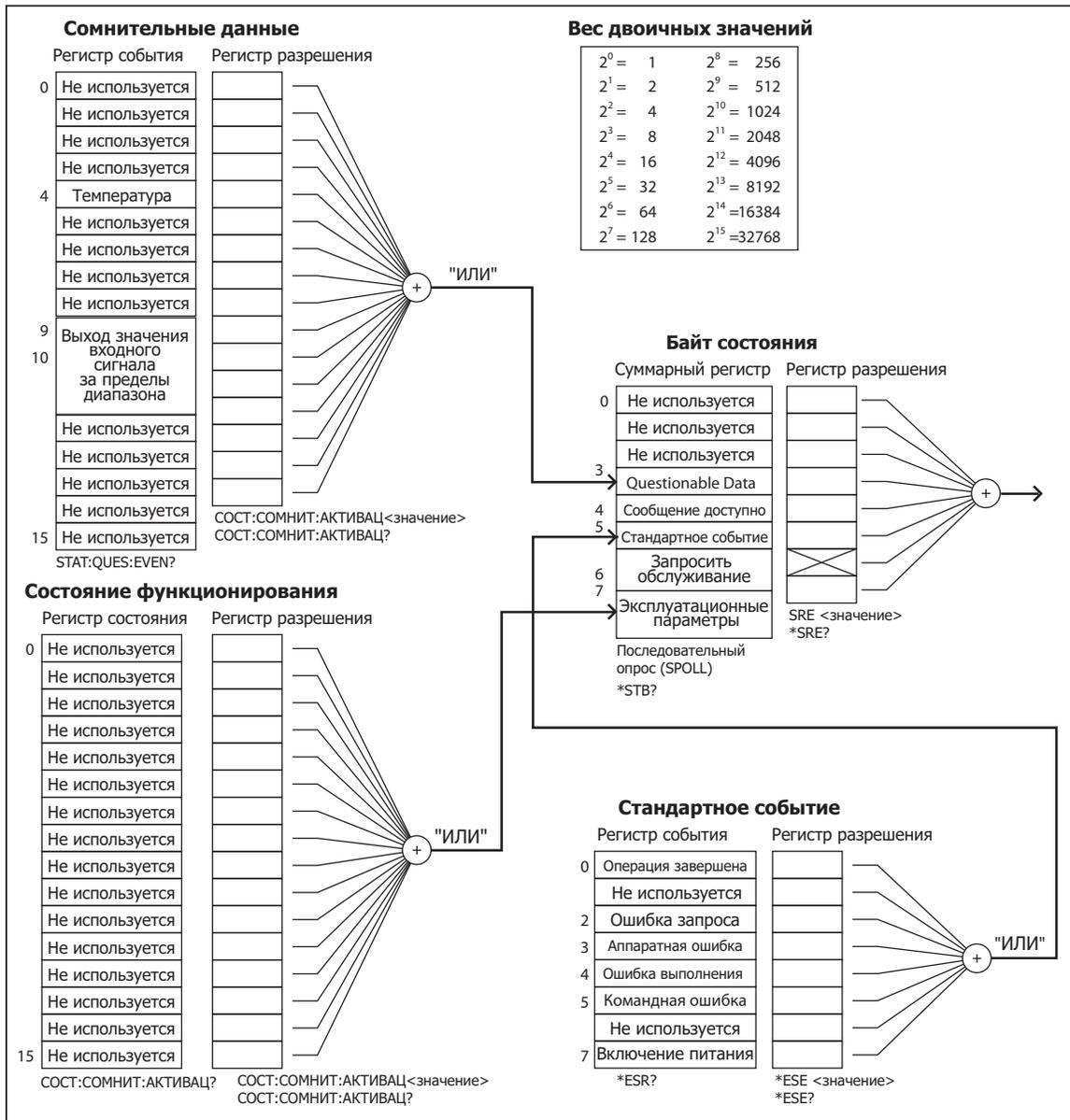


Рисунок 3-2. Регистры состояния SCPI

gsd011.eps

Биты 9 и 10 регистра сомнительного состояния не могут быть заданы для регистра состояния. Данные биты являются временными аппаратными событиями, которые сбрасываются спустя три миллисекунды после установки. Эти биты можно увидеть только в регистре STAT:QUES?

## Дистанционные команды

В данном разделе описаны команды удаленного интерфейса IEEE-488 для Прибора. Дистанционные команды дублируют процедуры, которые могут быть выполнены с передней панели в режиме локального управления.

После сводных таблиц приводится полный перечень всех команд в алфавитном порядке с описанием протокола. Далее приводятся параметры и ответы для каждой команды, а также примеры.

**Поддерживаемые общие команды**

В таблице 3-2. приводятся общие команды, выполняемые Прибором.

**Таблица 3-2. Список общих команд**

Команда	Описание
*CLS	Общая команда очистки сбрасывает все регистры событий и удаляет все ошибки из очереди ошибок. Данная команда не очищает регистры активации и фильтры преобразований. Она также удаляет любые ожидающие действия *WAI, *OPC и *OPC?.
*ESE	Устанавливает биты активации стандартного регистра активации событий. Данный регистр активации содержит значение маски для битов, которые необходимо активировать в стандартном регистре состояния событий. Бит, для которого установлено значение "истинно" в регистре активации, активирует соответствующий бит в регистре состояния. Активированный бит установит ESB (бит состояния события) в регистре бита состояния при возникновении активированного события. Параметр = NR1
*ESR?	Данная команда запроса возвращает содержимое стандартного регистра состояния событий. При чтении стандартного регистра состояния событий очищается регистр.
*IDN?	С помощью данной команды запроса можно получить такие сведения, как производитель, модель, серийный номер, и версия прошивки для главной программы и GPIB в элементе данных отклика ASCII. Отклик: <Производитель>, <Модель>, <Серийный номер>, <Версия прошивки>. Например: Fluke,52120A,123456,1.00
*OPC	Команда по завершению операции устанавливает для устройства бит завершения операции в стандартном регистре состояния событий при завершении устройством всех выбранных отложенных операций.
*OPC?	Запрос на завершение операции помещает ASCII-символ «1» в очередь вывода устройства при завершении устройством всех выбранных отложенных операций.
*OPT?	С помощью данной команды запроса можно получить список всех обнаруженных опций, которые установлены на устройстве. Опции, которые не установлены, определяются с помощью ASCII-символа «0». Опции для 52120A отсутствуют (на момент написания).
*RST	Команда сброса сбрасывает состояние прибора. Это третий уровень сброса в стратегии сброса 3 уровня IEEE 488. Данная команда действует только для функций прибора, но не для шины IEEE 488.
*SRE	Данный регистр запроса активации функций содержит значение маски для битов, которые необходимо активировать в регистре бита состояния. Бит, для которого установлено значение "истинно" в регистре активации, активирует соответствующий бит в регистре бита состояния для установки запроса функции. Параметр = NR1
*STB?	Данная команда запроса возвращает значение бита состояния. Бит 6 передает бит состояния сводки основного устройства (MSS). MSS устанавливается, если прибор имеет одно или несколько оснований для запроса функции.
*TST?	При запросе самотестирования выполняется внутреннее самотестирование. Ответ всегда будет 0 (выполнено).
*WAI (Команда ожидания выполнения)	Команда ожидания выполнения удерживает все команды, которые необходимо выполнить, пока не завершатся выполняющиеся команды и запросы.

**Поддерживаемые команды SCPI**

В данном разделе содержатся команды SCPI (Стандартные команды для программируемых инструментов), доступные для программирования прибора. Данный раздел включает следующее:

- Список поддерживаемых команд SCPI.
- Сведения о способах использования набора команд.
- Подробное описание каждой команды в наборе.

Обозначения, которые используются для синтаксиса команд SCPI в данной главе:

- Квадратные скобки ([ ]) содержат дополнительные ключевые слова или параметры.
- Фигурные скобки ({} ) содержат параметры, которые расположены в строке команды.
- Угловые скобки (<>) отображаются, где необходимо указать значение для параметра.

Некоторые команды SCPI управляют прибором, когда он используется для независимой работы. Также существуют команды SCPI в наборе команд 6105A, с помощью которых осуществляется контроль прибора, если он находится под управлением 6105A. Команды 6105A для прибора находятся в регулировке фазного тока дерева команды. Ветка — EAMP (внешний усилитель).

*Примечание*

*Команда OUTPut[:STATe] используется для контроля состояния на выходе.*

*Краткое изложение команд SCPI*

В таблицах 3-3.представлен список команд SCPI, выполняемые прибором. В таблице 3-3 содержится список команд SCPI 6105A, с помощью которых осуществляется контроль прибора, если он находится под управлением 6105A.

**Таблица 3-3. Команды SCPI**

Команда	Описание
SYStem :VERsion? :ERRor?	Путь к командам SCPI Возвращает версию SCPI, установленную на приборе Возвращает самую раннюю ошибку в очереди ошибок
CHAIIn :FITTeD? :IDN?	Путь к функции цепи Возвращает количество единиц в цепи Возвращает идентификатор устройства
INPut :TYPE(?)	Путь к командам типа входных данных Задаёт или возвращает выбор типа входных данных
OUTPut[:STATe](?) :TERMinal :ROUte(?)	Путь к командам вывода Задаёт или возвращает состояние вывода. Рабочий режим или режим ожидания
[[:SOURce] :CURRent :RANGe(?) :LCOmp(?) :COmpIance?	Путь к командам выхода Задаёт или возвращает использующие выходы Путь к командам источника Путь к командам тока источника Задаёт или возвращает диапазон тока Задаёт или возвращает состояние функции LCOMP Возвращает процент соответствия
CALibration :SECure :PASSword :EXIT :ADJust? :SAVE?	Путь к функции калибровки Путь к функции безопасности калибровки Используется для ввода пароля, чтобы активировать калибровку
STATus :OPER[:EVENT](?) :ENABle(?) :CONDition? :QUES[:EVENT](?) :CONDition :PRESent	Выполняет выход из режима калибровки Задаёт указанную переменную калибровки и возвращает результаты Сохраняет корректировки параметров калибровки в энергонезависимой памяти Путь к функции состояния Возвращает содержимое регистра события функционирования Задаёт маску регистра события функционирования Возвращает содержимое регистра условий функционирования Возвращает содержимое регистра сомнительного события Задаёт маску регистра сомнительного события Задаёт регистры для состояния, определенного SCPI

Таблица 3-4. Команды SCPI 6105A для 52120A

Команда	Описание
[[:SOURce] :PHASe<x> :CURRent :EAMP :RANGe(?) :LCOMp(?) :TERMinal :MODE(?) :ROUTE? :FITTed? :IDN?	Путь к командам источника Путь к командам фазы источника Путь к командам тока источника Путь к командам внешнего усилителя (52120A) Используется для установки или запроса диапазона 52120A Задаёт или возвращает состояние функции LCOMP прибора 52120A Путь к командам выходной клеммы Задаёт или запрашивает режим терминала 52120A Задаёт или возвращает данные об используемой выходной клемме на устройстве 52120A Возвращает общее число устройств 52120A в цепи Возвращает идентификатор устройства 52120A
[[:SOURce] :CALIbration :PHASe<x> :CURRent :RANGe :EAMP(?)]	Путь к командам источника Путь к функции безопасности калибровки Путь к командам фазы источника Путь к командам тока источника Путь к командам диапазона источника Задаёт или запрашивает 52120A

*Подробные сведения о командах 52120A SCPI*

Все команды SCPI, распознаваемые прибором, содержатся в данном разделе. Для каждой команды имеется описание и правила синтаксиса.

*CALibration:ADJust? <cpd>, <nrf>, <nrf>*

**Описание** Устанавливает параметр, который необходимо настроить, а также извлекает его, если настройка утверждена или отменена.

**Параметры**

<cpd> =	GAIN	Значения nrf задают настройку усиления.
	FLATness	Значения nrf задают настройку неравномерности.
	LFFlatness	Значения nrf задают настройку неравномерности.
	OFFSet	Значения nrf задают настройку смещения.

<nrf>,<nrf> =

Первое значение nrf является целевым, а второе значение nrf — фактическим, которое должно достигнуть целевого.

**Пример** CAL:ADJ? GAIN,1.90000,1.90123

Возвращает 0, если настройка прошла успешно и 1 при возникновении ошибки. Используйте :SYST:ERR? для получения более подробных сведений об ошибке.

*CALibration:SAVE?*

**Описание** Сохраняет изменения настройки в энергозависимой памяти и извлекает их, если сохранение прошло успешно или с ошибкой.

**Пример** CAL:SAVE?

Возвращает 0, если сохранение прошло успешно и 1 при возникновении ошибки. Используйте :SYST:ERR? для получения более подробных сведений об ошибке.

*CALibration:SECure:PASSword <spd>*

**Описание** Отправляет пароль на устройство для установки режима настройки.

*Примечание*

*Переключатель калибровки на задней панели прибора необходимо установить в положение Enable (Включение) перед отправкой пароля.*

**Параметры** <spd> = (пароль)

**Пример** CAL:SEC:PASS "ADJUST" Отправляет строку ADJUST на прибор для регулировки калибровки. Обратите внимание, что слово ADJUST должно быть заключено в кавычки для данной команды.

*CALibration:SECure:EXIT*

**Описание** Выполняет выход из режима калибровки или настройки.

**Пример** CAL:SEC:EXIT Выполняет выход из режима регулировки калибровки.

*Примечание*

*Все изменения будут утеряны при следующем включении прибора, пока команда CAL:SAVE? не будет выполнена до команды выхода.*

*CHAin:FITTed?*

**Описание** Возвращает общее число устройств в цепи.

**Пример** CHA:FITT? Возвращает общее число устройств (от 1 до соответствующего количества)

*CHAin:IDN? <nrf>*

**Описание** Возвращает строку идентификаторов прибора в цепи.

**Параметр** <nrf> = 1 до 10 Показатель прибора в цепи.

**Пример** CHA:IDN? 2 Возвращает строку идентификаторов второго прибора в цепи.

*Примечание*

*Команда :CHA:IDN? 1 аналогична команде \*IDN?.*

**Возвращает** <manufacturer> (производитель), <model> (модель), <serial number> (серийный номер), <firmware> (прошивка)

*INPut:TYPE(?) <cpd>*

**Описание** Задаёт или возвращает выбор типа входных данных.

**Параметр** <cpd> = CURRent Задаёт тип входных данных для тока.  
 VOLTage Задаёт тип входных данных для напряжения.

**Пример** INP:TYPE CURR Задаёт тип входных данных для тока.  
 INP:TYPE? Возвращает CURR или VOLT в зависимости от установленного типа для прибора.

*OUTPut[:STATe](?) <bool>*

**Описание** Задаёт или возвращает состояние выходного сигнала.

**Параметры** <bool> = ON или 1 Включает выходной сигнал (OPR)  
OFF или 0 Отключает выходной сигнал (STBY).

**Пример** OUTP ON Включает выходной сигнал прибора.  
OUTP? Возвращает 1, если для прибора установлен рабочий режим. Возвращает 0, если для прибора установлен режим ожидания.

*OUTPut:TERMinal:ROUTe(?) <cpd>*

**Описание** Задаёт или возвращает сведения об используемом выходе передней панели.

**Параметры** <cpd> = LOW Ток на выходе на клеммах LOW. Диапазоны 2 А и 20 А  
HIGH Ток на выходе на клеммах HI. Все диапазоны.

**Пример** OUTP:TERM HIGH Передает ток на выходе через клеммы HI на переднюю панель прибора.  
OUTP:TERM? Возвращает HIGH или LOW.

*[[:SOURce]:CURRent:RANGe(?) <nrf>*

**Описание** Задаёт или возвращает диапазон тока прибора.

**Параметры** <nrf> = 2 Устанавливает для диапазона тока на выходе значение 2 А.  
= 20 Устанавливает для диапазона тока на выходе значение 2 А.  
= 120 Устанавливает для диапазона тока на выходе значение 120 А.

**Пример** CURR:RANG 20 Устанавливает для диапазона тока на выходе значение 20 А.  
CURR:RANG? Возвращает 2, 20 или 120.

*[[:SOURce]:CURRent:LCoMp(?) <bool>*

**Описание** Задаёт или возвращает состояние функции LCOMP (компенсация индуктивной нагрузки).

**Параметры** <bool> = ON или 1 Включает LCOMP.  
OFF или 0 Выключает LCOMP.

**Пример** CURR:LCoM ON LCOMP вкл.  
CURR:LCoM? Возвращает 1 или 0.

*[[:SOURce]:CURRent:CoMpliance?*

**Описание** Извлекает процент соответствия.

**Пример** CURR:CoMp? Возвращает процент соответствия.

*SYSTem:VERSion?*

**Описание** Извлекает версию команды SCPI Прибора.  
**Примеры** SYST:VERS? Возвращает версию SCPI.  
**Возвращает** 1999.0 Это пример. Возвращаемое число может быть различным

*SYSTem:ERRor?*

**Описание** Извлекает ошибку из очереди ошибок. Ошибки извлекаются в порядке поступления (FIFO). Ответ состоит из двух элементов: номер кода и сообщение об ошибках. Некоторые ошибки отображаются с дополнительными данными, которые разделены запятой «,». В очереди ошибок могут сохраняться до 50 ошибок. Если количество ошибок превышает данное число, ошибки не будут сохраняться, пока не будут удалены какие-либо ошибки из очереди.

**Примеры** SYST:ERR? Возвращает ошибку, которая расположена в начале очереди (самую последнюю).

*Подробные сведения о командах 6105A SCPI*

В данном разделе содержатся правила синтаксиса для команд SCPI 6105A, с помощью которых осуществляется контроль прибора, если он находится под управлением 6105A.

*[[:SOURCE]:PHASe<x>:CURRent:EAMP:RANGe(?) <nrf>, <nrf>*

**Описание** Задаёт или возвращает диапазон тока прибора, назначенный для фазы, которая обозначена знаком x.

**Параметры** <nrf>,<nrf> = 0,2 Устанавливает для диапазона тока на выходе значение 2 А.  
 = 0,20 Устанавливает для диапазона тока на выходе значение 2 А.  
 = 0,120 Устанавливает для диапазона тока на выходе значение 120 А.

**Пример** PHAS1:CURR:EAMP:RANG 0,20 Устанавливает для диапазона тока на выходе значение 20 А.  
 PHAS1:CURR:EAMP:RANG? Возвращает 0,2, 0,20 или 0,120.

*[[:SOURCE] PHASe<x>::CURRent:EAMP:LCOMp(?) <bool>*

**Описание** Задаёт или возвращает состояние функции LCOMP (компенсация индуктивной нагрузки).

**Параметры** <bool> = ON или 1 Включает LCOMP.  
 OFF или 0 Выключает LCOMP.

**Пример** PHAS1:CURR:EAMP:LCOM ON Включает функцию LCOMP прибора, для которого установлена фаза 1.  
 PHAS:CURR:EAMP:LCOM? Возвращает 1 или 0.

*[[:SOURce] PHASe<x>::CURRent:EAMP:TERMinal:MODE(?) <cpd>*

**Описание** Задаёт или возвращает состояние используемых выходов для различных диапазонов.

**Параметры** <cpd> = HIGH Отображает все диапазоны на клеммах высокого напряжения.  
 AUTO Отображает диапазон 2 А и 20 А на клеммах низкого напряжения и диапазон 120 А на клеммах высокого напряжения

**Пример** PHAS1:CURR:EAMP:TERM:MODE HIGH Отображает все диапазоны на клеммах высокого напряжения.

*[[:SOURce] PHASe<x>:CURRent:EAMP:TERMinal:ROUte?*

**Описание** Запрашивает команду, которая возвращает использующий выход передней панели.

**Пример** PHAS1:CURR:EAMP:TERM:ROUT? Возвращает HIGH или LOW.

*[[:SOURce]:PHASe<x>:CURRent:EAMP:FITTeD?*

**Описание** Возвращает общее число устройств в цепи для фазы, которая обозначена знаком x.

**Пример** PHAS1:PHAS:CURR:EAMP:FITTeD? Возвращает общее число устройств (от 1 до соответствующего количества)

*[[:SOURce]:PHASe<x>:CURRent:EAMP:IDN? <nrf>*

**Описание** Возвращает строку идентификаторов в цепи фазы, которая обозначена знаком x.

**Параметр** <nrf> = 1 до 10 Показатель прибора в цепи.

**Пример** PHAS1:CURR:EAMP:IDN? 2 Возвращает строку идентификаторов второго прибора в цепи фазы, которая обозначена знаком x.

**Возвращает** <manufacturer> (производитель), <model> (модель), <serial number> (серийный номер), <firmware> (прошивка)

**Расширенные команды калибровки и настройки**

Существует определенный диапазон калибровки, который используется при определении соединения между 6105A и прибором. Используйте команду калибровки 6105A для данного определения.

*[[:SOURce]:CALibration:PHASe<x>:CURRent:RANGe:EAMP (?) <nrf>, <nrf>*

**Описание** Задаёт или возвращает диапазон тока прибора, назначенный для фазы, которая обозначена знаком x. Два параметра <nrf> являются ограничениями низкого и высокого диапазона.

**Параметры** <nrf>, <nrf> 0,2 Устанавливает для диапазона значение 2 А.  
 0,20 Устанавливает для диапазона значение 20 А.  
 0,120 Устанавливает для диапазона значение 120 А.

*Примечание*

Существует специальный диапазон калибровки, который используется для определения соединения между 6105A и прибором. Для данного диапазона устанавливаются параметры низкого и высокого диапазона «0,24, 2,4».

Чтобы установить специальный диапазон калибровки, используйте следующую команду:

CAL:PHAS1:CURR:RANG:EAMP 0.2,2.4

Чтобы установить данный диапазон в пользовательском режиме, используйте следующую команду:

[ :SOURce ] : PHASe<x> : CURRent : EAMP : RANGe : 0 , 2 , 2 , 4

Можно использовать данную команду, если необходимо проверить регулировку в точках, которые не доступны в режиме калибровки. При изменении диапазона после использования данной команды из раскрывающего списка будет удален данный специальный диапазон, так как он не является диапазоном для обычной работы.

**Возвращает** <nrf>, <nrf>

**6105A \*ОРТ? Команда**

Отправьте данную команду на 6105A для определения установленных параметров по каналу. Ответ будет содержать восемь значений, разделенных запятой. Одно значение для одного канала. Значения являются бинарно- взвешенными и указывают установленные параметры. Тип элемента данных — Nr1 согласно стандарту IEEE 488.2. Список завершается новой строкой с символом EOI.

Фаза 1 V, Фаза 1 I, Фаза 2 V, Фаза 2 I, Фаза 3 V, Фаза 3 I, Нулевой провод V, Нулевой провод I

В таблице 3-5. представлен список каждого бита значения и описание этих битов.

**Таблица 3-5. \*ОРТ? Сведения о бите**

Бит	Описание
0	Установлен параметр для тока 80 А.
1	Установлен параметр ширины полосы для тока
2	Установлен параметр таймера/счетчика энергии
3	Установлено обновление шунта 50 mR
4	Установлен параметр таймера/счетчика энергии версии II
5	Установлен параметр выхода системного тактового генератора 20 МГц.
6	Установлен параметр для тока 50 А.
7	Устройство совместимо с 52120A

Для системы, состоящей из 6100A и одного 6101A с установленным параметром ширины полосы для тока 80 А ответ на команду \*ОРТ? будет содержать следующее:

0, 0, 0, 3, 0, 0, 0, 0

*Примечание*

Параметры ширины полосы и шунта используются 50mR только на старых моделях 6100A и 6101A.



**Глава 4**

**Обслуживание силами оператора**

<b>Титульная</b>	<b>страница</b>
Введение .....	4-3
Порядок замены плавкого предохранителя входа питания .....	4-3
Очистка воздушного фильтра .....	4-3
Очистка изделия .....	4-4
Заменяемые детали .....	4-4



## Введение

В этой главе приводится описание текущего технического обслуживания, необходимого для создания оптимальных условий работы Прибора. В главе рассматриваются следующие темы:

### **⚠️⚠️ Предупреждение**

**Следуйте данным инструкциям во избежание поражения электрическим током, возникновения пожара или травм:**

- **Не используйте прибор с открытыми крышками или с открытым корпусом. Возможно поражение электрическим током.**
- **Используйте только одобренные сменные предохранители.**
- **Отключите входные сигналы перед очисткой устройства.**
- **Перед очисткой изделия выключите его, отсоедините сетевой шнур питания и отсоедините все входные и выходные кабели.**
- **Отсоедините кабель электропитания перед открытием корпуса прибора.**

### **Порядок замены плавкого предохранителя входа питания**

Держатель плавкого предохранителя входа питания расположен на задней панели изделия. Для замены предохранителя:

1. Отключите изделие при помощи выключателя питания ВКЛ/ВЫКЛ на задней панели.
2. Отсоедините шнур питания от входного гнезда питания.
3. При помощи плоской отвертки поверните держатель плавкого предохранителя против часовой стрелки до извлечения колпачка из держателя.
4. Замените плавкий предохранитель на новый. Одобренные к использованию предохранители указаны в таблице 4-1.

**Таблица 4-1. Одобренные запасные предохранители**

Производитель	Номер детали	Характеристики
⚠️ Fluke	4109196	Антипомпажный Т 16АН 500 В 6,35 X 32 мм
⚠️ SIBA	70 065 65 16А 189 140.16	
⚠️ В целях безопасности используйте только точно соответствующие детали.		

### **Очистка воздушного фильтра**

#### **⚠️ Осторожно**

**Изделие может слишком сильно нагреться и получить повреждения, если недостаточно свободного места возле входного воздухозаборного отверстия, окружающий воздух слишком нагрет или если засорен воздушный фильтр.**

Извлеките воздушный фильтр из задней панели изделия. Чтобы извлечь воздушный фильтр:

1. Отключите изделие при помощи выключателя питания ВКЛ/ВЫКЛ на задней панели.
2. Отсоедините шнур питания от входного гнезда питания.
3. Раскрутите два винта в верхней и нижней частях вертикальной панели, которая закрывает воздушный фильтр.

*Примечание*

*Для извлечения воздушного фильтра необходимо 19 дюймов свободного пространства сзади изделия.*

4. Вытащите воздушный фильтр из изделия.
5. Промойте воздушный фильтр мыльной водой.
6. Тщательно высушите воздушный фильтр.
7. Установите воздушный фильтр назад и затяните винты с насечной головкой.

### **Очистка изделия**

Очищайте внешние поверхности изделия при помощи мягкой ветоши, смоченной водой или неабразивным раствором, который не повредит пластик.

### **⚠ Осторожно**

**Во избежание повреждения изделия, не используйте для очистки изделия ароматические углеводороды или хлорированные растворители. Это может повредить пластиковые части изделия.**

### **Заменяемые детали**

В Таблице 4-2. представлен перечень запасных деталей. Для заказа деталей см. раздел «Как связаться с компанией Fluke» в главе 1.

**Таблица 4-2. Заменяемые детали**

Деталь	Номер детали по каталогу Fluke
Задний соединительный кабель	4101345
Кабель 52120A-4412, высокое напряжение 52120A (набор из трех шт.)	4101350
Измерительный комплект, вольт/ток 52120A (набор из двух шт.)	4044919

# **Глава 5**

## **Калибровка**

<b>Титульная</b>	<b>страница</b>
Введение .....	5-3
Коэффициенты корректировки значений калибровки .....	5-3
Требуемое оборудование .....	5-3
Первоначальная настройка и настройки нулевого значения входного сигнала .....	5-3
Проверка калибровки — автономный режим.....	5-5
Настройка оборудования.....	5-8
Проверка 2 А диапазона .....	5-8
Проверка 20 А диапазона .....	5-10
Проверка 120 А диапазона .....	5-12
Проверка текущего входного нагрузочного резистора.....	5-14
Пределы технических характеристик амплитуды, анализ операций «Нормально/дефект» .....	5-14
Корректировка значений калибровки в автономном режиме.....	5-15
Монтаж оборудования .....	5-15
Устранение погрешности сопротивления шунта .....	5-17
Процесс корректировки .....	5-17
Примечания к корректировке .....	5-17
Корректировки .....	5-18
Проверка калибровки — обратная связь с калибраторами 6100А или 6105А .....	5-23
Испытательное оборудование .....	5-23
Проверка точности измерения частот питающей сети.....	5-23
Проверка точности измерения фазового угла.....	5-24
Проверка амплитуд при постоянном токе и высоких частотах.	5-24
Проверка величины фазовых углов при высоких частотах .....	5-27



## **Введение**

В этой главе содержатся рекомендации по проверке работоспособности, процедурам регулировки и калибровки транскондуктивного усилителя. Для обеспечения соответствия устройства техническим характеристикам рекомендуется проводить ежегодную калибровку и регулировку.

### **Коэффициенты корректировки значений калибровки**

Прибор можно использовать как отдельный транскондуктивный усилитель или как устройство, подключаемое к калибраторам серий 6100B и 6105A. Доступны два режима работы. Процедура калибровки и регулировки включает две фазы и два комплекта коэффициентов калибровки. При автономном использовании прибора применяются только коэффициенты корректировки калибровки отдельного прибора.

Процедура регулировки транскондуктивного усилителя в автономном режиме, без подключения к калибратору 6105A, приведена ниже. Оборудование, необходимое для регулировки и проверки прибора на максимальное соответствие техническим характеристикам при подсоединении к калибратору 6105A, не доступно в продаже. В этом руководстве приведена процедура проверки точности измерений. Тем не менее, чтобы откорректировать транскондуктивный усилитель для работы с калибратором 6105A, необходимо отправить прибор в центр технического обслуживания Fluke.

В центре технического обслуживания Fluke после ремонта калибратора Fluke 6105A Electrical Power Standard или транскондуктивного усилителя обязательно проводится калибровка. Эта процедура необходима, чтобы убедиться, что они работают в соответствии с техническими характеристиками.

### **Требуемое оборудование**

В таблице 5-1. приведен список испытательного оборудования, необходимого для проверки и калибровки прибора.

**Таблица 5-1. Калибровочное оборудование**

<b>Испытательное оборудование</b>	<b>Рекомендуемая модель</b>
Калибратор <sup>[1]</sup>	Fluke 5720A
Шунты для токов 2 А, 20 А и 100 А	Fluke A40B
Цифровой мультиметр с параметром входа на задней панели	Fluke 8508A
Electrical Power Standard	Fluke 6105A или 6100B
[1] Для режима обратной связи не требуется проверка и калибровка.	

### **Первоначальная настройка и настройки нулевого значения входного сигнала**

Для запуска проверки или калибровки подключите испытательное оборудование к прибору, как показано на рисунке 5-1.

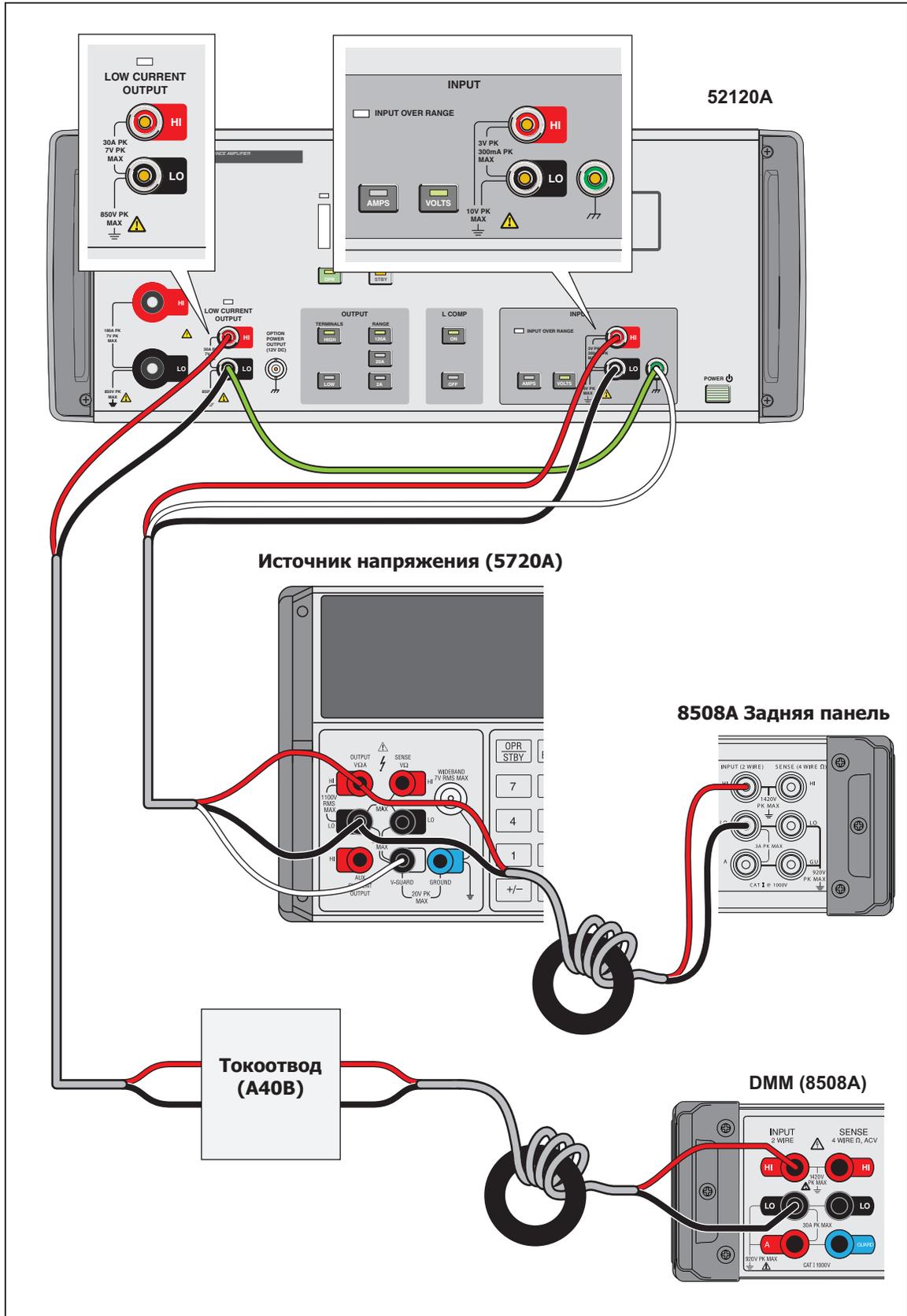


Рисунок 5-1. Подключение испытательного оборудования

gsd013.eps

*Примечание*

*Все испытательное оборудование на достаточное время необходимо подключить к электросети, и оно будет работать при максимальных технических характеристиках. См. соответствующую пользовательскую документацию.*

1. Установите калибратор на значение 0 вольт постоянного тока в режиме ожидания.
2. Откройте защитную деталь линии передачи заземления на калибраторе.
3. Нажмите на транскондуктивном усилителе кнопку , чтобы установить значение входного сигнала в вольтах.
4. Затем нажмите кнопку , чтобы настроить выходы.
5. Нажмите на транскондуктивном усилителе кнопку , чтобы установить диапазон на значение 2 А.
6. Установите цифровой мультиметр на диапазон 2 В.
7. Настройте цифровой мультиметр на значение 2 mV, разрешение до 6 знаков, отключите фильтр и быстрое действие.
8. Установите локальную защиту цифрового мультиметра.
9. Подключите цифровой мультиметр к входному разъему передней панели.
10. Установите на нем нулевой диапазон. Произойдет автоматическое обнуление цифрового мультиметра на диапазоне 2 В.

**Проверка калибровки — автономный режим**

Проверка производится при ВЫКЛЮЧЕННОМ LCOMP. Калибратор Fluke 5720A обеспечивает вход на транскондуктивный усилитель. Ток усилителя на выходе изменился на напряжение с помощью шунта модели A40B. Цифровой мультиметр модели 8508A отображает величину выходного напряжения шунта, которая изменилась на величину тока на выходе с помощью функции вычисления мультиметра.

**Пересчет измерений шунта модели A40B и цифрового мультиметра модели 8508A на силу тока**

В процедуре, приведенной ниже, шунты модели Fluke A40B создают напряжение из проходящего через них тока. Используйте формулу, указанную ниже, для расчета эквивалентного значения силы тока.

$$\text{Эквивалентное значение тока} = \frac{\text{Значение измерения цифрового мультиметра модели 8508A (В)}}{\text{Значение калибровки шунта (\Omega)}}$$

Например, рассчитать эквивалентное значение тока при значении измерения цифрового мультиметра 0,47995 В с использованием шунта с калибровочным сопротивлением 0,040005 Ω можно по формуле:

$$\text{Эквивалентное значение тока} = \frac{0,479950}{0,040005} = 11,99725 \text{ А}$$

**Защита входного разъема прибора: Меры по сведению к минимуму количества нежелательных отключений при перегрузках на входе**

Вследствие довольно высокой мощности прибора входной разъем имеет защиту против входных сигналов пере-напряжения и пере-грузки по току. При уровне входного сигнала, превышающем предельный уровень более чем на три миллисекунды, прибор переходит в режим ожидания. В этой процедуре проверки в качестве источника входного сигнала используется калибратор Fluke 5720A.

При некоторых условиях изменения на калибраторе 5720A могут вызвать быстрое превышение уровня выходного сигнала и выход значения входного сигнала за пределы максимального уровня установленного диапазона. Если это произошло, можно выполнить две процедуры, чтобы свести к минимуму перегрузки на входе. Когда входной сигнал представляет собой напряжение, перед изменением входного сигнала переведите трансдуктивный усилитель в режим ожидания (STBY— выход ОТКЛЮЧЕН). Когда входной сигнал представляет собой силу тока, перед изменением функции или уровня отключите выходной сигнал калибратора 5720A.

### *Корректировка величины сопротивления шунта модели A40B*

В таблице 5-2 приведен список номинальных значений сопротивления для шунтов модели A40B.

**Таблица 5-2. Номинальное значение сопротивления для шунтов устройства A40B**

Шунт	Номинальное сопротивление
2 A	0,4 Ω
20 A	0,04 Ω
100 A	0,008 Ω

Погрешность, вызываемая сопротивлением, для шунтов может составлять максимум 300 ppm, что указано в сертификате калибровки. При необходимости получения точных результатов измерений необходимо устранить эту погрешность. Если в сертификате указано отклонение от номинального значения, это значение — погрешность шунта. Значение необходимой корректировки можно рассчитать по формуле:  $1 - \text{значение погрешности}$ .

Например, если отклонение от номинального значения (погрешность) составляет +100 ppm, значение корректировки рассчитывают следующим образом:

$$\text{Значение корректировки} = 1 - \frac{100}{10^6} = 1 - 0,0001 = 0,999900$$

значение отклонения = 1 -

Если в сертификате указано актуальное значение измерения, разделите номинальное значение на измеренное, чтобы получить значение корректировки.

Например, номинальное значение шунта для тока 20 A составляет 0,04 Ω. Если измеренное значение равно 0,040004 Ω, значение корректировки можно рассчитать следующим образом:

$$\text{Значение корректировки} = \frac{0,04}{0,040004} = 0,999900$$

### *Определение параметров системы для измерений по переменному току*

Чтобы свести погрешность измерений по переменному току к минимуму, необходимо аттестовать цифровой мультиметр модели 8508A на основе калибратора 5720A при каждом значении выходного напряжения и частоты шунта модели A40B. При использовании параметра входа на задней панели цифрового мультиметра модели 8508A при этой процедуре не нужно изменять соединение. Процедура ограничивает погрешность измерений системы сравнения по отношению к линейности и кратковременной стабильности калибратора 5720A и цифрового мультиметра модели 8508A. Значение погрешности складывается из среднего квадратичного значения (RSS) и погрешности переменного тока шунта модели A40B. Вычислять значения вручную не нужно, так как при нижеследующей процедуре используются функции вычисления цифрового мультиметра модели 8508A.

Проверочное измерение обеспечивает активную межэлектродную проводимость транскондуктивного усилителя. Погрешности амплитуды в напряжении распространяются на входной сигнал усилителя (измеряемый цифровым мультиметром модели 8508A), а также появляются погрешности амплитуды в выходном сигнале. Они находятся в пропорции к погрешностям входного сигнала. Если эта погрешность отмечена на калибраторе 5720A и в выходных сигналах транскондуктивного усилителя, погрешность амплитуды (ppm выходного значения) как часть характеристик калибратора 5720A можно проигнорировать. Остальные погрешности измерения — это погрешности нелинейности калибратора 5720A и шунта модели A40B.

В данном документе линейность калибратора 5720A указана с помощью характеризующего значения «+µV». В действительности это значение занижено, так как в эту часть характеристик калибратора 5720A включены другие вклады погрешности. Погрешности, отображающиеся в таблице измерений, также включают обычно вносимый измерительный «шум», значение которого — от 10 ppm для измерений по постоянному току и 20 ppm для измерений по переменному току. Погрешности также включают коррекцию коэффициента мощности шунта модели A40B, когда входной сигнал шунта не находится в полной шкале.

*Использование функций вычисления цифрового мультиметра модели 8508A для упрощения расчета значения корректировки погрешностей*

В изложенной ниже процедуре функции вычисления цифрового мультиметра модели 8508A '\*m', '-c', '÷z' и '%' используются для определения процентной погрешности результатов измерения, которую можно напрямую сравнить с характеристиками устройства. Описание функций вычисления и принципы их работы см. в *руководстве пользователя цифрового мультиметра модели 8508A*. Вычисление происходит следующим образом:

$$\left( \frac{\text{Значение корректировки} \times \text{измеренное значение} [*m] - \text{эталонное значение} [-c]}{\text{Эталонное значение} [\div z]} \right) \times 100$$

Для каждого шунта модели A40B рассчитайте и введите значение корректировки в память \*m. Эталонное значение будет передано через вход на задней панели цифрового мультиметра модели 8508A от калибратора 5720A. Отключите все операции вычисления перед запуском последовательности измерений. При характеризующем напряжении, приложенном к входу на задней панели цифрового мультиметра модели 8508A, используйте кнопки Last Reading (Последние показания прибора) и Enter (Ввод), чтобы сохранить результаты текущего измерения в памяти функций -c и ÷z. Подключите выход цифрового мультиметра модели 8508A к клеммам передней панели. Запустите функции вычисления '\*m', '-c', '÷z' и '%'.  
К примеру, в памяти функции 'm' хранится корректирующее значение 0,999900. Эталонное значение, полученное через входной разъем задней панели цифрового мультиметра модели 8508A, хранится в памяти функции 'c'. Установленное значение 'z' составляет 0,800008 В. Измеренное на входном разъеме передней панели значение равно 0,799881 В. Процент погрешности рассчитывается следующим образом:

$$\left( \frac{0,999900 \times 0,799881 - 0,800008}{0,800008} \right) \times 100 = -0,0259 \%$$

Нет необходимости выполнять процедуру определения параметров системы при измерениях по постоянному току. Измерения по постоянному току производятся при подсоединении выходного разъема калибратора 5720A ко входному разъему транскондуктивного усилителя. Измерение проходит с помощью шунта A40B цифрового мультиметра модели 8508A. В память функций '-c' и '÷z' предварительно загружена информация о расчетном выходном напряжении шунта. Для всех шунтов выходной сигнал составляет 0,8 при входном сигнале полного диапазона. Верные значения указаны в таблице проверки результатов. В памяти функции '\*m' хранится поправочный коэффициент для шунта, используемого при измерении.

Для вычисления погрешности измерений необходимо суммировать величины погрешности калибратора 5720A, шунта A40B, цифрового мультиметра модели 8508A с уровнем «шума» и коэффициентом мощности шунта по среднему квадратичному значению (RSS).

### Настройка оборудования

Установите оборудование, как показано на рисунке 5-1. Вместо шунта на рисунке используйте шунт модели A40B для тока 2 А. Нажмите  на Приборе. Установите цифровой мультиметр (8508A) на диапазон 2 Вольта. Подключите цифровой мультиметр к выходному разъему передней панели. Когда калибратор 5720A вырабатывает постоянный ток, на цифровом мультиметре необходимо установить Вольты постоянного тока как единицы измерения. Когда калибратор 5720A вырабатывает переменный ток, на цифровом мультиметре необходимо установить Вольты переменного тока как единицы измерения. Настройте цифровой мультиметр для скользящего усреднения результатов четырех измерений (нажмите MATH CONFIG (КОНФИГУРАЦИЯ РАСЧЕТА), R, выберите значение 4, выберите MATH AvR (УСРЕДНЕНИЕ РАСЧЕТА)).

Чтобы сделать время прогрева устройства и шунта максимальным, установите устройство в рабочий режим (OPR) для измерений с помощью входного разъема на задней панели мультиметра модели 8508A.

### Проверка 2 А диапазона

1. Установите значение выходного сигнала калибратора 5720A на +1 В пост. тока и нажмите кнопку  .
2. Нажмите  на Приборе.
3. Нажмите  на Приборе.
4. На цифровом мультиметре установите функцию 'm' на значение поправочного коэффициента шунта для тока 2 А.
5. На цифровом мультиметре установите функции '-c' и '÷z' на значение 0,4.
6. Запустите на цифровом мультиметре функции вычисления '\*m', '-c', '÷z' и %.
7. Подождите не менее одной минуты, пока результаты измерения стабилизируются, затем запишите установленное значение погрешности в таблицу 5-3.
8. Установите выходной сигнал калибратора 5720A на значение -1 В пост. тока.
9. На цифровом мультиметре установите функции '-c' и '÷z' на значение 0,4. Запишите установленную погрешность измерений.
10. На цифровом мультиметре установите функции '-c' и '÷z' на значение 0,8.
11. Запустите на цифровом мультиметре функции вычисления '\*m', '-c', '÷z' и %.
12. Установите выходной сигнал калибратора 5720A для контрольных точек +2 и -2 В в соответствии со значениями в таблице 5-3.
13. На цифровом мультиметре установите значения функций '-c' и '÷z' на -0,8 для измерения при -2 В. Подождите как минимум одну минуту, чтобы результаты каждого измерения стабилизировались, затем запишите установленную погрешность измерений.
14. Установите выходной сигнал калибратора 5720A для всех контрольных точек напряжения переменного тока в соответствии со значениями в таблице 5-3. и запишите установленную погрешность измерений. Для всех измерений по переменному току используйте метод передачи. При каждом измерении по переменному току с помощью данных таблицы 5-3. выполните следующие действия:
  - Установите выходное напряжение и частоту калибратора 5720A на опорный уровень, значения которого представлены в таблице 5-3.
  - Подождите не менее одной минуты, пока результаты измерения стабилизируются, затем запишите установленное значение погрешности в таблицу 5-3.
  - Нажмите  на Приборе.

*Примечание*

Для выработки силы тока, превышающей на 50 % диапазон устройства, позвольте шунту стабилизироваться в течение не менее пяти минут.

- Подключите цифровой мультиметр к входному разъему на задней панели.
- Отключите на цифровом мультиметре функции вычисления '\*m', '-c', '÷z' и '%'.
- Подождите не менее одной минуты, чтобы результаты измерения стабилизировались. Ожидание может занять более длительное время, если включены фильтры 10 Гц и 40 Гц.
- Используйте кнопки Last Reading (Последнее измерение прибора) и Enter (Ввод), чтобы сохранить результаты последнего измерения в памяти функций '÷z' и '-c' на цифровом мультиметре.
- Запустите на цифровом мультиметре функции вычисления '-c' и '÷z'.

*Примечание*

Значение измерения цифрового мультиметра должно составлять 0,000000 В плюс несколько дополнительных десятичных знаков «шума».

- Запустите функции вычисления '\*m' и '%' для добавления поправочного коэффициента и отображения результатов измерения в процентах.
- Установите калибратор 5720А на значения более нижнего ряда, чем значения ряда опорного уровня.
- Подключите цифровой мультиметр к входному разъему передней панели.
- Подождите, пока значение измерения стабилизируется, и запишите установленную погрешность в таблицу 5-3.

**Таблица 5-3. Проверка 2 А диапазона**

Выходной сигнал 5720А	Фильтр переменного напряжения 8508А	Входной сигнал фильтра 8508А	A40В	Установленная погрешность измерений (%)	Технические характеристики устройства (99 %)	Погрешность измерений (99 %)	Отношение неопределенности измерений (TUR)
1 В постоянного тока	-	Передняя сторона	2 А		±0,0200 %	±0,0036 %	5,6:1
-1 В пост. тока	-	Передняя сторона	2 А		±0,0200 %	±0,0036 %	5,6:1
2 В постоянного тока	-	Передняя сторона	2 А		±0,0150 %	±0,0030 %	5,0:1
-2 В пост. тока	-	Передняя сторона	2 А		±0,0150 %	±0,0030 %	5,0:1
0,56 В, 10 Гц	10	Задняя сторона	2 А	-	Эталонный уровень		
1,4 В, 10 Гц	10	Передняя сторона	2 А		±0,1150 %	±0,0051 %	23:1
0,8 В, 57 Гц	40	Задняя сторона	2 А	-	Эталонный уровень		
2 В, 57 Гц	40	Передняя сторона	2 А		±0,0850 %	±0,0037 %	23:1
0,8 В, 300 Гц	100	Задняя сторона	2 А	-	Эталонный уровень		
2 В, 300 Гц	100	Передняя сторона	2 А		±0,1000 %	±0,0037 %	>25:1
0,8 В, 1 кГц	100	Задняя сторона	2 А	-	Эталонный уровень		
2 В, 1 кГц	100	Передняя сторона	2 А		±0,1700 %	±0,0037 %	>25:1
0,8 В, 3 кГц	100	Задняя сторона	2 А	-	Эталонный уровень		

2 В, 3 кГц	100	Передняя сторона	2 А		±0,9000 %	±0,0040 %	>25:1
0,8 В, 6 кГц	100	Задняя сторона	2 А	-	Эталонный уровень		
2 В, 6 кГц	100	Передняя сторона	2 А		±0,2600 %	±0,0040 %	>25:1
0,8 В, 10 кГц	100	Задняя сторона	2 А	-	Эталонный уровень		
2 В, 10 кГц	100	Передняя сторона	2 А		±6,0000 %	±0,0040 %	>25:1

### Проверка 20 А диапазона

1. Нажмите клавишу  на транскондуктивном усилителе и калибраторе 5720A.
2. Подключите выходной разъем усилителя к входному разъему передней панели цифрового мультиметра с помощью шунта для тока 20 А.
3. Подключите цифровой мультиметр к входному разъему передней панели.
4. Нажмите  на приборе.
5. Установите значение выходного сигнала калибратора 5720A на +1 В пост. тока.
6. Нажмите кнопку  на калибраторе 5720A и транскондуктивном усилителе.
7. Подождите не менее одной минуты, пока результаты измерения стабилизируются, затем запишите установленное значение погрешности в таблицу 5-3.
8. На цифровом мультиметре установите функцию 'm' на значение поправочного коэффициента шунта для тока 20 А.
9. На цифровом мультиметре установите значение функций '-c' и '÷z' на 0,4.
10. Запустите на цифровом мультиметре функции вычисления '\*m', '-c', '÷z' и %.
11. Подключите цифровой мультиметр к входному разъему передней панели.
12. На цифровом мультиметре установите значение функций '-c' и '÷z' на 0,4.
13. Установите значение выходного сигнала калибратора 5720A на значение -1 В пост. тока.
14. На цифровом мультиметре установите значение функций '-c' и '÷z' на 0,8.
15. Запустите на цифровом мультиметре функции вычисления '\*m', '-c', '÷z' и %.
16. Установите уровень выходного сигнала калибратора 5720A на контрольные точки +2 В пост. тока и -2 В пост. тока согласно значениям в таблице 5-4.
17. На цифровом мультиметре установите значения функций '-c' и '÷z' на -0,8 для измерения при -2 В.
18. Запишите установленные погрешности измерений.
19. Установите выходной сигнал калибратора 5720A для всех контрольных точек напряжения переменного тока в соответствии со значениями в таблице 5-4. и запишите установленную погрешность измерений. Для всех измерений по переменному току используйте метод передачи.  
При каждом измерении по переменному току с помощью данных таблицы 5-4. выполните следующие действия:
  - Установите выходное напряжение и частоту калибратора 5720A на опорный уровень, значения которого представлены в таблице 5-4.
  - Нажмите  на Приборе.

*Примечание*

Для выработки силы тока, превышающей на 50 % диапазон устройства, позвольте шунту стабилизироваться в течение не менее пяти минут.

- Подключите цифровой мультиметр к входному разъему на задней панели.
- Отключите функции вычисления '\*m', '-c', '÷z' и % на цифровом мультиметре.
- Подождите не менее одной минуты, чтобы результаты измерения стабилизировались. Ожидание может занять более длительное время, если включены фильтры 10 Гц и 40 Гц.
- Используйте кнопки Last Reading (Последнее измерение прибора) и Enter (Ввод), чтобы сохранить результаты последнего измерения в памяти функций '÷z' и '-c' на цифровом мультиметре.
- Запустите на цифровом мультиметре функции вычисления '-c' и '÷z'.

*Примечание*

Значение измерения цифрового мультиметра должно составлять 0,000000 В плюс несколько дополнительных десятичных знаков «шума».

- Запустите функции вычисления '\*m' и '% ' для добавления поправочного коэффициента и отображения результатов измерения в процентах.
- Установите калибратор 5720А на значения более нижнего ряда, чем значения ряда опорного уровня.
- Подключите цифровой мультиметр к входному разъему передней панели.
- Подождите, пока значение измерения стабилизируется, затем запишите установленную погрешность в таблицу 5-4.

**Таблица 5-4. Контрольные точки 20 А диапазона**

Выходной сигнал 5720А	Фильтр переменного напряжения 8508А	Входной сигнал фильтра 8508А	А40В	Установленная погрешность измерений (%)	Технические характеристики и устройства (99 %)	Погрешность измерений (99 %)	Отношение неопределенности измерений (TUR)
1 В постоянного тока	-	Передняя сторона	20 А		±0,0200 %	±0,0069 %	2,9:1
-1 В пост. тока	-	Передняя сторона	20 А		±0,0200 %	±0,0069 %	2,9:1
2 В постоянного тока	-	Передняя сторона	20 А		±0,0150 %	±0,0036 %	4,1:1
-2 В постоянного тока	-	Передняя сторона	20 А		±0,0150 %	±0,0036 %	4,1:1
0,56 В, 10 Гц	10	Задняя сторона	20 А	-	Эталонный уровень		
1,4 В, 10 Гц	10	Передняя сторона	20 А		±0,1007 %	±0,0076 %	13:1
0,8 В, 57 Гц	40	Задняя сторона	20 А	-	Эталонный уровень		
2 В, 57 Гц	40	Передняя сторона	20 А		±0,0750 %	±0,0057 %	13:1

Таблица 5-4. Контрольные точки 20 А диапазона (продолжение)

Выходной сигнал 5720A	Фильтр переменного напряжения 8508A	Входной сигнал фильтра 8508A	A40B	Установленная погрешность измерений (%)	Технические характеристики устройства (99 %)	Погрешность измерений (99 %)	Отношение неопределенности измерений (TUR)
0,8 В, 300 Гц	100	Задняя сторона	20 А	-	Эталонный уровень		
2 В, 300 Гц	100	Передняя сторона	20 А		±0,0900 %	±0,0057 %	16:1
0,8 В, 1 кГц	100	Задняя сторона	20 А	-	Эталонный уровень		
2 В, 1 кГц	100	Передняя сторона	20 А		±0,1600 %	±0,0057 %	>25:1
0,8 В, 3 кГц	100	Задняя сторона	20 А	-	Эталонный уровень		
2 В, 3 кГц	100	Передняя сторона	20 А		±0,5000 %	±0,0068 %	>25:1
0,8 В, 6 кГц	100	Задняя сторона	20 А	-	Эталонный уровень		
2 В, 6 кГц	100	Передняя сторона	20 А		±1,4000 %	±0,0068 %	>25:1
0,8 В, 10 кГц	100	Задняя сторона	20 А	-	Эталонный уровень		
2 В, 10 кГц	100	Передняя сторона	20 А		±3,6000 %	±0,0068 %	>25:1

**Проверка 120 А диапазона**

1. Нажмите кнопку  на Приборе и на 5720A.
2. Подключите выходной разъем трансдуктивного усилителя к входному разъему на передней панели цифрового мультиметра с помощью шунта для тока 100 А.
3. Нажмите  на приборе.
4. Установите уровень выходного сигнала калибратора 5720A на значение +0,6 В пост. тока.
5. Подключите цифровой мультиметр к входному разъему передней панели.
6. Установите уровень выходного сигнала калибратора 5720A на значение +0,6 В пост. тока.
7. На цифровом мультиметре установите функцию 'm' на значение поправочного коэффициента шунта для тока 100 А.
8. На цифровом мультиметре установите значения функций '-c' и '÷z' на значение 0,6.
9. Запустите на цифровом мультиметре функции вычисления '\*m', '-c', '÷z' и %.
10. Подождите не менее одной минуты, пока результаты измерения стабилизируются, затем запишите установленное значение погрешности в таблицу 5-5.
11. На цифровом мультиметре установите значения функций '-c' и '÷z' на значение -0,6.
12. Установите значение выходного сигнала калибратора 5720A на -0,6 В постоянного тока и запишите установленную погрешность измерений.
13. На цифровом мультиметре установите значения функций '-c' и '÷z' на значение 0,8.
14. Запустите на цифровом мультиметре функции вычисления '\*m', '-c', '÷z' и %.
15. Установите выходной сигнал калибратора 5720A для контрольных точек +1 В постоянного тока и -1 В постоянного тока согласно значениям, приведенным в таблице 5-5.
16. На цифровом мультиметре установите значения функций '-c' и '÷z' на -0,8 для измерения при -1 В.

17. Запишите установленные погрешности измерений.
18. Установите выходной сигнал калибратора 5720A для всех контрольных точек напряжения переменного тока в соответствии со значениями в таблице 5-5. и запишите установленную погрешность измерений. Для всех измерений по переменному току используйте метод передачи.

При каждом измерении по переменному току с помощью данных таблицы 5-5. выполните следующие действия:

- Установите выходное напряжение и частоту калибратора 5720A на опорный уровень, значения которого представлены в таблице 5-5.
- Нажмите  на Приборе.

*Примечание*

*Для выработки силы тока, превышающей на 50 % диапазон устройства, позвольте шунту стабилизироваться в течение не менее пяти минут.*

- Подключите цифровой мультиметр к входному разъему на задней панели.
- Отключите функции вычисления '\*m', '-c', '÷z' и % на цифровом мультиметре.
- Подождите не менее одной минуты, чтобы результаты измерения стабилизировались. Ожидание может занять более длительное время, если включены фильтры 10 Гц и 40 Гц.
- Используйте кнопки Last Reading (Последнее измерение прибора) и Enter (Ввод), чтобы сохранить результаты последнего измерения в памяти функций '÷z' и '-c' на цифровом мультиметре.
- Запустите на цифровом мультиметре функции вычисления '-c' и '÷z'.

*Примечание*

*Значение измерения цифрового мультиметра должно составлять 0,000000 В плюс несколько дополнительных десятичных знаков «шума».*

- Запустите функции вычисления '\*m' и '% ' для добавления поправочного коэффициента и отображения результатов измерения в процентах.
- Установите калибратор 5720A на значения более нижнего ряда, чем значения ряда опорного уровня.
- Подключите цифровой мультиметр к входному разъему передней панели.
- Подождите, пока значение измерения стабилизируется, затем запишите установленную погрешность в таблицу 5-5.

**Таблица 5-5. Контрольные точки 120 А диапазона**

Выходной сигнал 5720A	Фильтр переменного напряжения 8508A	Входной сигнал фильтра 8508A	A40B	Установленная погрешность измерений (%)	Технические характеристики и устройства (99 %)	Погрешность измерений (99 %)	Отношение неопределенности измерений (TUR)
0,6 В постоянного тока	-	Передняя сторона	100 А		±0,0200 %	±0,0082 %	2,4:1
-0,6 В постоянного тока	-	Передняя сторона	100 А		±0,0200 %	±0,0082 %	2,4:1
1 В постоянного тока	-	Передняя сторона	100 А		±0,0160 %	±0,0047 %	3,4:1
-1 В пост. тока	-	Передняя сторона	100 А		±0,0160 %	±0,0047 %	3,4:1
0,56 В, 10 Гц	10	Задняя сторона	100 А	-	Эталонный уровень		
0,7 В, 10 Гц	10	Передняя сторона	100 А		±0,0493 %	±0,120 %	4,1:1
0,8 В, 57 Гц	40	Задняя сторона	100 А	-	Эталонный уровень		

1 В, 57 Гц	40	Передняя сторона	100 А		±0,0390 %	±0,0085 %	4,6:1
0,8 В, 300 Гц	100	Задняя сторона	100 А	-	Эталонный уровень		
1 В, 300 Гц	100	Передняя сторона	100 А		±0,0660 %	±0,0085 %	7,8:1
0,8 В, 1 кГц	100	Задняя сторона	100 А	-	Эталонный уровень		
1 В, 1 кГц	100	Передняя сторона	100 А		±0,2200 %	±0,0085 %	>25:1
0,8 В, 3 кГц	100	Задняя сторона	100 А	-	Эталонный уровень		
1 В, 3 кГц	100	Передняя сторона	100 А		±0,6000 %	±0,0117 %	>25:1
0,8 В, 6 кГц	100	Задняя сторона	100 А	-	Эталонный уровень		
1 В, 6 кГц	100	Передняя сторона	100 А		±1,5400 %	±0,0117 %	>25:1
0,8 В, 10 кГц	100	Задняя сторона	100 А	-	Эталонный уровень		
1 В, 10 кГц	100	Передняя сторона	100 А		±4,9000 %	±0,0117 %	>25:1

### Проверка текущего входного нагрузочного резистора

1. Нажмите кнопку  на Приборе и на 5720A.
2. Нажмите  на Приборе.
3. Нажмите  на Приборе.
4. Установите на 5720A выходное напряжение +200 мА.
5. Нажмите кнопку  на 5720A.

#### Примечание

Для выполнения этой проверки нет необходимости подсоединять цифровой мультиметр к входу на задней панели.

6. На цифровом мультиметре в функции 'm' установите поправочный коэффициент шунта для тока 2 А.
7. На цифровом мультиметре установите значение функций '-c' и '÷z' на 0,8.
8. Запустите на цифровом мультиметре функции вычисления '\*m', '-c', '÷z' и %.
9. Установите значение выходного сигнала 5720A на значения, представленные в таблице 5-, и запишите установленную погрешность измерений.

Таблица 5-6. Контрольные точки нагрузочного резистора

Выходной сигнал 5720A	Фильтр переменного напряжения 8508A	Входной сигнал фильтра 8508A	A40B	Установленная погрешность измерений (%)	Технические характеристики и устройства (99 %)	Погрешность измерений (99 %)	Отношение неопределенности измерений (TUR)
200 мА пост. тока	-	Передняя сторона	2 А		±0,0150 %	±0,0058 %	2,6:1
-200 мА пост. тока	-	Передняя сторона	2 А		±0,0150 %	±0,0058 %	2,6:1

### Пределы технических характеристик амплитуды, анализ операций «Нормально/дефект»

Когда отношение неопределенности измерений (TUR) в таблицах 5-3 – 5-6 превышает значение 4:1, результаты проверки отображаются как нормальные, если они не выходят за пределы технических характеристик устройства. Технические характеристики устройства и погрешность измерений выражены с доверительным интервалом 99 %. Это предполагает нормальное распределение. Если необходим более точный анализ, используйте расчет статистики «нормально или дефект».

В следующей формуле пусть  $y$  будет измеренным значением,  $L$  — пределом спецификации, а погрешностью измерения —  $U$ .

Условия технических характеристик  $\overline{L^2 - U^2}$   
соблюдены при  $y < \sqrt{\quad}$

Пределы технических характеристик  $\overline{L^2 - U^2}$   
превышены при  $y > \sqrt{\quad}$

### **Корректировка значений калибровки в автономном режиме**

Произвести корректировку значений калибровки в автономном режиме возможно только с помощью интерфейса дистанционного управления. См. главу 3 для дополнительных инструкций о командах. Рекомендуется проводить процедуру проверки заранее, чтобы выяснить, необходимы ли корректировки. После внесения корректировок выполните полную проверку.

### **Монтаж оборудования**

Чтобы установить испытательное оборудование для калибровки, выполните следующие действия:

1. Откройте соединительное звено между V-GUARD и клеммами заземления на калибраторе 5720A.
2. Установите на 5720A удаленную защиту.
3. Подключите оборудование, как показано на рисунке 5.2.

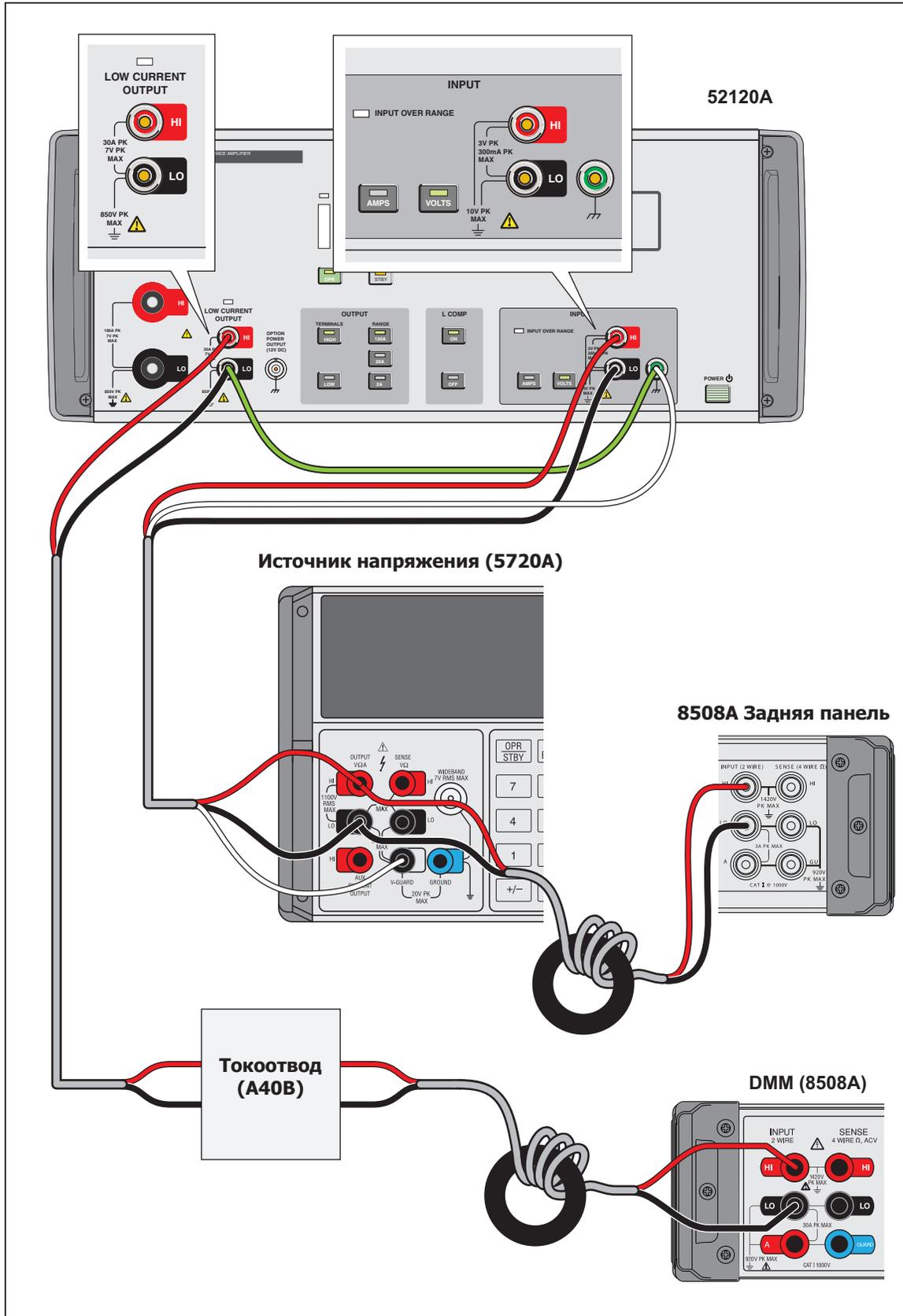


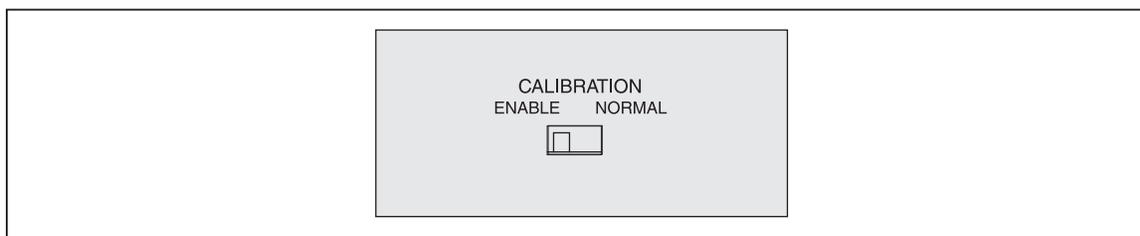
Рисунок 5-2. Настройка корректирования калибровки

gsd013.eps

*Примечание*

Начните подключения с токового шунта 2 А.

- Установите переключатель калибровки на задней панели устройства в положение **Enable (Включение)**. См. рис. 5-3.



**Рисунок 5-3. Переключатель Calibration Enable (Включение калибровки)**

gsd016.eps

*Устранение погрешности сопротивления шунта*

См. выше раздел "Использование функций вычисления цифрового мультиметра модели 8508A для упрощения расчета значения корректировки погрешностей". На мультиметре модели 8508A используйте расчетную функциональную переменную 'm'.

*Процесс корректировки*

Чтобы начать процедуру корректировки, передайте на транскондуктивный усилитель команду SCPI через интерфейс GPIB.

Отправьте на усилитель команду :CAL:SEC:PASS "ADJUST" через интерфейс GPIB.

*Примечание*

*Для этой операции используется пароль, поэтому случайно перезаписать калибровочную константу невозможно. Пароль чувствителен к регистру.*

Управляйте устройством через интерфейс GPIB с помощью дистанционных команд или нажмите кнопку  на передней панели и используйте размещенные там кнопки.

Для получения дополнительной информации о командах SCPI см. главу 3. В описании следующей процедуры содержатся инструкции по управлению Прибором с помощью передней панели. Команды дистанционного управления содержатся в главе 3.

*Примечания к корректировке*

Для каждой корректировки необходимы два параметра: измеренное значение и целевое значение.

- Целевое значение (*T*) представляет собой обычное значение точки корректировки в амперах.
- Измеренное значение (*M*) представляет собой значение, измеренное с помощью мультиметра модели 8508A и шунта A40B, когда выходной сигнал признан целевым значением, переведенным в амперы.
- При постоянном токе измеренное значение представляет собой среднее значение положительных и отрицательных измерений.

Ток устройства на выходе измеряется как напряжение. Напряжение необходимо изменить на ток для использования удаленной команды корректировки. На мультиметре модели 8508A в функции 'z' сохраняется исправленное значение сопротивления шунта и делит переданное значение сопротивления на значение 'z'. Измеренное значение в амперах используется для корректировки строки команды. Например, если целевое значение равно 20 А, а измеренное значение —19,80000 А, скорректировать команду необходимо следующим образом:

```
CAL:ADJ? GAIN,20.0000,19.8000.
```

*Корректировки*

Следующие шаги по корректировке используют одинаковую последовательность шагов для каждого диапазона:

- Подключите шунт, подходящий к диапазону транскондуктивного усилителя, как показано на рис. 5-2.
  - Установите цифровой мультиметр Fluke модели 8508A на диапазон 1 В пост. тока
  - Произведите автоматическое обнуление значения постоянного тока усилителя
  - Произведите корректировку усиления входного напряжения постоянного тока прибора (также установится калибровочная константа низкой частоты).
  - Произведите корректировку усиления входного постоянного тока транскондуктивного усилителя.
  - Произведите корректировку неравномерности переменного тока усилителя при частоте 6 кГц.
1. Подключите интерфейс GPIB к контроллеру прибора.
  2. Чтобы настроить транскондуктивный усилитель для корректировки, отправьте следующую команду: :CAL:SEC:PASS "ADJUST"
  3. Переведите прибор в режим ожидания с помощью команды: :OUTP OFF

*Примечание*

*Чтобы перевести усилитель в режим ожидания, можно также нажать кнопку . Необходимо нажать кнопку  перед другими операциями на передней панели.*

4. Нажмите кнопку  на 5720A.
5. Подключите к выходному разъему прибора входной разъем цифрового мультиметра с помощью шунта для тока 2 А. См. рис. 5-2.
6. Установите цифровой мультиметр на функцию напряжения постоянного тока на диапазон 1 В.
7. Установите разрешение 6 на цифровом мультиметре.
8. Когда значение измерения цифрового мультиметра установится, нажмите кнопку Offset (Смещение).

*Примечание*

*Если значение измерения цифрового мультиметра не находится в границах между 0,000008 В и -0,000008 В, проверьте элементы управления и соединения оборудования. Затем повторите процедуру смещения.*

9. На цифровом мультиметре в функции 'z' установите значение сопротивления шунта для тока 2 А.
10. Запустите на цифровом мультиметре функцию вычисления '÷z'.
11. Запишите результат измерений цифрового мультиметра в колонку "Измеренная сила тока" напротив столбцов "Выход отключен" и "Шунт для тока 2 А" таблицы 5-7.
12. Установите уровень выходного сигнала калибратора 5720A на значение 0 В пост. тока.
13. Нажмите кнопку  на калибраторе 5720A.
14. Нажмите  на Приборе.
15. Нажмите  на Приборе.
16. После того, как установится результат измерений, впишите значение, отображенное на цифровом мультиметре, в колонку "Измеренная сила тока" таблицы 5-7.
17. Отправьте на устройство следующую команду: :CAL:ADJ? OFFS, 0.00000, <измеренное значение>
18. Установите выходной сигнал калибратора 5720A для точек корректировки 2 В постоянного тока и -2 В постоянного тока шунта для тока 2 А согласно значениям, приведенным в таблице 5-7. Впишите значения, отобразившиеся на экране цифрового мультиметра, в графу

"Измеренная сила тока" таблицы 5-7. Вычислите среднюю амплитуду абсолютно положительных и отрицательных значений, как приведено выше.

19. Отправьте на устройство следующую команду: :CAL:ADJ? GAIN, 2.00000, <вычисленное значение>
20. Нажмите кнопку  на 5720A.
21. Нажмите  на Приборе.
22. Установите значение выходного сигнала калибратора 5720A согласно значениям, приведенным в таблице 5-7. для шунта для тока 2 А и точек корректировки 200 мА пост. тока и -200 мА пост. тока.
23. Нажмите кнопку  на 5720A.
24. Нажмите  на Приборе.
25. Впишите значения, отобразившиеся на экране цифрового мультиметра, в графу "Измеренная сила тока" таблицы 5-7. Вычислите среднюю амплитуду абсолютно положительных и отрицательных значений, как приведено выше.
26. Отправьте на устройство следующую команду: :CAL:ADJ? GAIN, 2.00000, <вычисленное значение>
27. Нажмите кнопку  на 5720A.
28. Нажмите  на Приборе.
29. Установите цифровой мультиметр на функцию переменного напряжения и диапазон 2 В.
30. Установите значения выходного напряжения и частоты для калибратора 5720A в соответствии со значениями, указанными в таблице 5-7. для шунта 2 А и 2 В в точке корректировки 6 кГц.
31. Нажмите кнопку  на 5720A.
32. Нажмите  на Приборе.
33. Впишите значение, отобразившиеся на экране цифрового мультиметра, в графу "Измеренное значение тока" Таблицы 5-7.
34. Отправьте на устройство следующую команду: :CAL:ADJ? FLAT, 2.00000, <измеренное значение>
35. Нажмите клавишу  на транскондуктивном усилителе и калибраторе 5720A.
36. Подключите выходной разъем усилителя к входному разъему цифрового мультиметра с помощью шунта для тока 20 А. См. рис. 5-2.
37. Установите цифровой мультиметр на функцию напряжения постоянного тока при диапазоне 1 В.
38. Установите разрешение 6 на цифровом мультиметре.
39. Отключите все функции вычисления цифрового мультиметра.
40. Когда значение измерения цифрового мультиметра установится, нажмите кнопку Offset (Смещение).

*Примечание*

*На цифровом мультиметре должно отображаться значение между 0,000008 В и -0,000008 В.*

41. Впишите значение измерения цифрового мультиметра в колонку "Погрешность измерения" напротив столбцов "Выход отключен" и "Шунт для тока 20 А" Таблицы 5-7.
42. На цифровом мультиметре установите функцию 'z' на значение сопротивления шунта для тока 20 А.
43. Запустите на цифровом мультиметре функцию вычисления '÷z'.
44. Установите выходной сигнал калибратора 5720A для шунта для тока 20 А и точки корректировки 0 В пост. тока согласно значениям, приведенным в таблице 5-7.
45. Нажмите кнопку  на 5720A.

46. Нажмите  на Приборе.
47. Нажмите  на Приборе.
48. Нажмите  на Приборе.
49. Впишите значение, отобразившиеся на экране цифрового мультиметра, в графу "Измеренное значение тока" Таблицы 5-7.
50. Отправьте на устройство следующую команду: :CAL:ADJ? OFFS, 0.00000, <измеренное значение>
51. Установите значение выходного сигнала калибратора 5720A согласно значениям, приведенным в Таблице 5-7. для шунта для тока 20 А и точек корректировки 2 В пост. тока и -2 В пост. тока. Впишите значения, отобразившиеся на экране цифрового мультиметра, в графу "Измерительная ошибка" Таблицы 5-7. Вычислите среднюю амплитуду абсолютно положительных и отрицательных значений, как приведено выше.
52. Отправьте на устройство следующую команду: :CAL:ADJ? GAIN, 20.0000, <вычисленное значение>
53. Нажмите кнопку  на 5720A.
54. Нажмите  на Приборе.
55. Установите значение выходного сигнала калибратора 5720A согласно значениям, приведенным в Таблице 5-7. для шунта для тока 20 А и точек корректировки 200 мА пост. тока и -200 мА пост. тока.
56. Нажмите кнопку  на 5720A.
57. Нажмите  на Приборе.
58. Впишите значения, отобразившиеся на экране цифрового мультиметра, в графу "Измеренная сила тока" таблицы 5-7. Вычислите среднюю амплитуду абсолютно положительных и отрицательных значений, как приведено выше.
59. Отправьте на устройство следующую команду: :CAL:ADJ? GAIN, 20.0000, <вычисленное значение>
60. Нажмите кнопку  на калибраторе 5720A
61. Нажмите  на Приборе.
62. Установите цифровой мультиметр на функцию переменного напряжения и диапазон 2 В.
63. Установите значения выходного напряжения и частоты для калибратора 5720A в соответствии со значениями, указанными в Таблице 5-7. для шунта 20 А и 2 В в точке корректировки 6 кГц.
64. Нажмите кнопку  на 5720A.
65. Нажмите  на Приборе.
66. Впишите значение, отобразившиеся на экране цифрового мультиметра, в графу "Измеренное значение тока" Таблицы 5-7.
67. Отправьте на устройство следующую команду: :CAL:ADJ? FLAT, 20.0000, <измеренное значение>
68. Нажмите клавишу  на транскондуктивном усилителе и калибраторе 5720A.
69. Установите на устройство клеммы ВЫСОКОГО напряжения.
70. Подключите выходной разъем Прибора к входному разъему цифрового мультиметра с помощью шунта для тока 100 А. См. рис. 5-2.
71. Установите цифровой мультиметр на функцию напряжения постоянного тока и диапазон 1 В.
72. Установите разрешение 6 на цифровом мультиметре.
73. Отключите все функции вычисления цифрового мультиметра.
74. Когда значение измерения цифрового мультиметра установится, нажмите кнопку Offset (Смещение).

*Примечание*

*На цифровом мультиметре должно отображаться значение между 0,000008 В и -0,000008 В.*

75. Впишите значение измерения цифрового мультиметра в колонку "Погрешность измерения" напротив столбцов "Выход отключен" и "Шунт для тока 100 А" в таблицу 5-7.
76. Установите выходной сигнал калибратора 5720А для шунта для тока 100 А и точек корректировки 0 В постоянного тока согласно значениям, приведенным в Таблице 5-7.
77. Нажмите кнопку  на 5720А.
78. Нажмите  на Приборе.
79. Нажмите  на Приборе.
80. Нажмите  на Приборе.
81. На цифровом мультиметре установите функцию 'z' на значение сопротивления шунта для тока 100 А.
82. Запустите на цифровом мультиметре функцию вычисления '÷z'.
83. Впишите значение, отобразившиеся на экране цифрового мультиметра, в графу "Измеренное значение тока" Таблицы 5-7.
84. Отправьте на устройство следующую команду: :CAL:ADJ? OFFS, 0.0000, <измеренное значение>
85. Установите значение выходного сигнала калибратора 5720А согласно значениям, приведенным в Таблице 5-7. для шунта для тока 100 А и точек корректировки 1,0 В пост. тока и -1,0 В пост. тока. Впишите значения, отобразившиеся на экране цифрового мультиметра, в графу "Измеренная сила тока" таблицы 5-7. Вычислите среднюю амплитуду абсолютно положительных и отрицательных значений, как приведено выше.
86. Отправьте на устройство следующую команду: :CAL:ADJ? GAIN, 100.0000, <вычисленное значение>
87. Нажмите кнопку  на 5720А.
88. Нажмите  на Приборе.
89. Установите значение выходного сигнала калибратора 5720А согласно значениям, приведенным в Таблице 5-7. для шунта для тока 100 А и точек корректировки 100 мА пост. тока и -100 мА пост. тока.
90. Нажмите кнопку  на 5720А.
91. Нажмите  на Приборе.
92. Впишите значения, отобразившиеся на экране цифрового мультиметра, в графу "Измеренная сила тока" таблицы 5-7. Вычислите среднюю амплитуду абсолютно положительных и отрицательных значений, как приведено выше.
93. Отправьте на устройство следующую команду: :CAL:ADJ? GAIN, 100.0000, < вычисленное значение >
94. Нажмите кнопку  на 5720А.
95. Нажмите  на Приборе.
96. Установите цифровой мультиметр на функцию переменного напряжения и диапазон 2 В.
97. Установите значения выходного напряжения и частоты для калибратора 5720А в соответствии со значениями, указанными в Таблице 5-7. для шунта 100 А и 1 В в точке корректировки 6 кГц.
98. Нажмите кнопку  на 5720А.
99. Нажмите  на Приборе.
100. Впишите значение, отобразившиеся на экране цифрового мультиметра, в графу "Измеренное значение тока" Таблицы 5-7.
101. Отправьте на устройство следующую команду: :CAL:ADJ? FLAT, 100.0000, <измеренное значение>
102. Нажмите клавишу  на транскондуктивном усилителе и калибраторе 5720А.

Таблица 5-7. Точки корректировки прибора

Диапазон прибора	Шунт А40В	Выходной сигнал 5720А	Измеренная сила тока (А)	Вычисленная сила тока (А)	Целевое значение
Выход отключен	2А	Выкл.		–	–
2 А (смещение)	2А	0 В постоянного тока		–	0 А
М+	2А	2 В постоянного тока		–	–
М-	2А	-2 В постоянного тока		–	–
2 А (усиление)	$M = (M^+ - M^-)/2$		–		2 А
М+	2А	200 мА пост. тока		–	–
М-	2А	-200 мА пост. тока		–	–

Table 5-7. Точки корректировки прибора (продолжение)

Диапазон прибора	Шунт А40В	Выходной сигнал 5720А	Измеренная сила тока (А)	Вычисленная сила тока (А)	Целевое значение
2 А (усиление)	$M = (M^+ - M^-)/2$		–		2 А
2 А (плоский срез)	2А	2 В, 6 кГц			2 А
Выход отключен	20 А	Выкл.		–	–
20 А (смещение)	20 А	0 В постоянного тока		–	0 А
М+	20 А	2 В постоянного тока		–	–
М-	20 А	-2 В постоянного тока		–	–
20 А (усиление)	$M = (M^+ - M^-)/2$		–		20 А
М+	20 А	200 мА пост. тока		–	–
М-	20 А	-200 мА пост. тока		–	–
2 А (усиление)	$M = (M^+ - M^-)/2$		–		20 А
20 А (плоский срез)	20 А	2 В, 6 кГц			20 А
Выход отключен	100А	Выкл.		–	–
120 А (смещение)	100А	0 В постоянного тока		–	0 А
М+	100А	1,0 В постоянного тока		–	–
М-	100А	-1,0 В пост. тока		–	–
120 А (усиление)	$M = (M^+ - M^-)/2$		–		100 А
М+	100А	100 мА постоянного тока		–	–
М-	100А	-100 мА постоянного тока		–	–
120 А (усиление)	$M = (M^+ - M^-)/2$		–		100 А
120 А (плоский срез)	100А	1,0 В, 6 кГц			100 А

103. Отправьте на устройство следующую команду: :CAL:SAVE?, чтобы переместить данные о корректировке на энергонезависимое запоминающее устройство.

104. Отправьте на устройство следующую команду: :CAL:SEC:EXIT, чтобы выйти из режима калибровки.

### **Проверка калибровки — обратная связь с калибраторами 6100A или 6105A**

Этот раздел содержит инструкции для проверки транскондуктивного усилителя в конфигурации обратной связи в соответствии со стандартом напряжения. См. Главу 1 для получения подробной информации о характеристиках обратной связи устройства. В характеристики входят технические характеристики сроком на один год для калибратора Fluke модели 6105A Electrical Power Standard.

#### **Испытательное оборудование**

В Таблице 5-8. представлен список испытательного оборудования, необходимого для проверки устройства при настройке обратной связи с калибратором Electrical Power Standard модели 6100B или 6105A.

**Таблица 5-8. Испытательное оборудование для проверки обратной связи**

<b>Испытательное оборудование</b>	<b>Рекомендуемая модель</b>
Electrical Power Standard	Fluke 6105A
Ваттметр <sup>[1]</sup>	На ваше усмотрение
Для частот выше 850 Гц.	
Шунты для токов 2 А, 20 А, 100 А	Fluke A40B
Цифровой мультиметр	Fluke 8508A
Измеритель фазы	Clarke-Hess 6000
[1] Необходимо выбрать ваттметр с погрешностью $\leq 0,01\%$ , разделяющий входные сигналы при напряжении, превышающем 1000 В, и максимальной силе тока 120 А, а также отображающий напряжение, силу тока, фазовый угол, коэффициент мощности (PF) или ВА и Ватты.	

Выходной разъем на задней панели калибратора 6105A необходимо настроить, и величины погрешности не будут превышать требования технических характеристик для проведения точных проверок, сведения о которых представлены ниже.

Ваттметр используется как образцовый эталон для проверки частот электросети, но его точность не превышает точности транскондуктивного усилителя при фазовом сдвиге и измерениях амплитуды.

Процедуры измерения, представленные ниже, нельзя использовать для проверки соответствия устройства техническим требованиям. Если результат измерений значительно превышает значение, предусмотренное характеристиками ваттметра, вероятно, транскондуктивный усилитель превысил значение, указанное в технических характеристиках. Проверка устройства, приведенная ниже, проводится для установления точности показаний прибора.

#### **Проверка точности измерения частот питающей сети**

Проверка точности измерения частот электросети представляет собой одно измерение, проходящее на всех диапазонах устройства. Если ваттметр не отображает фазовый угол напрямую, можно рассчитать величину угла в ВА, ваттах и значениях коэффициента мощности. См. раздел "Проверка точности измерения фазового угла" в этой главе. Убедитесь, что схемы подключения напряжения к ваттметру и калибратору 6105A одинаковы (2-проводное или 4-проводное соединение). Чтобы произвести проверку точности измерения частот электросети, выполните следующие действия:

1. Установите значение напряжения выходного сигнала калибратора 6105A на 120 В в диапазоне 180 В.
2. Для каждого диапазона тока установите диапазон калибратора 6105A, ср. кв. знач. и фазовый угол согласно значениям, приведенным в таблице 5-9.

Таблица 5-9. Точки проверки точности измерения частот электросети

6105A			Установленная погрешность измерения			
Диапазон	ср. кв. знач.	Фазовый угол (°)	V	I	I + Предел	I - Предел
1 x Ext 2 A	2 A	60 °			2,000280	1,99720
1 x Ext 20 A	20 A	60 °			20,00280	19,99720
1 x Ext 120 A	120 A	60 °			120,0168	119,9832

**Проверка точности измерения фазового угла**

Чтобы произвести проверку точности измерения фазового угла, установите величину ср. кв. знач. и фазового угла калибратора 6105A на значения, указанные в таблице 5-10.

Таблица 5-10. Точки проверки точности измерения фазового угла

6105A			Установленная погрешность измерения			
Диапазон	ср. кв. знач.	Фазовый угол (°)	Ошибка угла фазы (°)	PF	VA	Ватт
1 x Ext 2 A	2 A	60 °				
1 x Ext 20 A	20 A	60 °				
1 x Ext 120 A	120 A	60 °				

Чтобы рассчитать величину фазового угла из значений коэффициента мощности (PF) или VA и Ватт, выполните расчеты:

$$PF = \frac{\text{Ватт}}{\text{VA}}$$

$$\text{погрешность}(\varnothing) = \cos^{-1}(PF) - \theta$$

Например, если на ваттметре отображается значение PF = 0,499894, расчет проходит следующим образом:

$$\text{погрешность}(\varnothing) = \cos^{-1}(0,499894) - 60 = 0,007^\circ$$

**Проверка амплитуд при постоянном токе и высоких частотах**

Чтобы проверить погрешность амплитуды, используйте шунт Fluke модели A40B и цифровой мультиметр модели 8508A.

**Диапазон 2 А**

1. Установите на цифровом мультиметре функцию напряжения постоянного тока и диапазон 2 В.
2. На цифровом мультиметре в функции 'm' установите поправочный коэффициент шунта для тока 2 А.
3. На цифровом мультиметре установите значение функций '-c' и '÷z' на 0,4.
4. Запустите на цифровом мультиметре функции вычисления '\*m', '-c', '÷z' и %.
5. Установите диапазон калибратора 6105A на значение 1 x Ext 2 А.
6. Установите величину силы тока и частоты калибратора 6105A для точки проверки 1 А на значения, указанные в таблице 5-11.
7. На цифровом мультиметре установите значение функций '-c' и '÷z' на 0,8.
8. Запустите на цифровом мультиметре функцию переменного напряжения.
9. Установите величину силы тока и частоты калибратора 6105A для двух точек проверки 2 А на значения, указанные в таблице 5-11.
10. На цифровом мультиметре установите значение функций '-c' и '÷z' на 0,24.
11. Установите величину силы тока и частоты калибратора 6105A для точки проверки 0,6 А на значения, указанные в таблице 5-11.
12. На цифровом мультиметре установите диапазон 200 мВ.
13. На цифровом мультиметре установите значение функций '-c' и '÷z' на 0,16.

14. Установите величину силы тока и частоты калибратора 6105A для точки проверки 0,4 А на значения, указанные в таблице 5-11.

**Таблица 5-11. Проверка амплитуды в диапазоне 2 А**

6105A		Установленная погрешность измерений (%)	Характеристики изделия		Погрешность измерений	Отношение неопределенности измерений (TUR)	
ср. кв. знач.	Частота		Калибратор 6105A (99 %)	Калибратор 6100B (99 %)		6105A	6100B
1 А	Постоянный ток		±0,0350 %	±0,0720 %	±0,0029 %	12:1	25:1
2 А	57 Гц		±0,0170 %	±0,0210 %	±0,0125 %	1,1:1	1,7:1
2 А	850 Гц		±0,0170 %	±0,0210 %	±0,0106 %	1,3:1	1,9:1
0,6 А <sup>[1]</sup>	1083 Гц		±0,0687 %	±0,0687 %	±0,0175 %	3,9:1	3,9:1
0,6 А <sup>[2]</sup>	5643 Гц		±0,0687 %	±0,0687 %	±0,0175 %	3,9:1	3,9:1
0,4 А <sup>[3]</sup>	5643 Гц		±0,0770 %	±0,0770 %	±0,0154 %	5,0:1	5,0:1

[1] Основная частота 57 Гц, нулевая амплитуда, 19-я гармоника при 0,6 А  
 [2] Основная частота 57 Гц, нулевая амплитуда, 50-я гармоника при 0,6 А  
 [3] Основная частота 57 Гц, нулевая амплитуда, 99-я гармоника при 0,4 А

### *Диапазон 20 А*

1. Установите на цифровом мультиметре функцию напряжения постоянного тока и диапазон 2 В.
2. На цифровом мультиметре установите функцию 'm' на значение поправочного коэффициента шунта для тока 20 А.
3. На цифровом мультиметре установите значение функций '-c' и '÷z' на 0,4.
4. Запустите на цифровом мультиметре функции вычисления '\*m', '-c', '÷z' и %.
5. Установите диапазон калибратора 6105A на значение 1 x Ext 20 А.
6. Установите величину силы тока и частоты калибратора 6105A для точки проверки 10 А на значения, указанные в Таблице 5-12.
7. На цифровом мультиметре установите значение функций '-c' и '÷z' на 0,8.
8. Запустите на цифровом мультиметре функцию переменного напряжения.
9. Установите величину силы тока и частоты калибратора 6105A для двух точек проверки 20 А на значения, указанные в таблице 5-12.
10. На цифровом мультиметре установите значение функций '-c' и '÷z' на 0,24.
11. Установите величину силы тока и частоты калибратора 6105A для двух точек проверки 6 А на значения, указанные в Таблице 5-12.
12. Установите цифровой мультиметр на диапазон 200 мВ.
13. На цифровом мультиметре установите значение функций '-c' и '÷z' на 0,16.
14. Установите величину силы тока и частоты калибратора 6105A для точки проверки 4 А на значения, указанные в таблице 5-12.

Таблица 5-12. Проверка амплитуды в диапазоне 20 А

6105A		Установленная погрешность измерений (%)	Характеристики изделия		Погрешность измерений	Отношение неопределенности измерений (TUR)	
ср. кв. знач.	Частота		Калибратор 6105A (99 %)	Калибратор 6100B (99 %)		6105A	6100B
10 А	Постоянный ток		±0,0350 %	±0,0720 %	±0,0035 %	10:1	21:1
20 А	57 Гц		±0,0140 %	±0,0210 %	±0,0126 %	1,1:1	1,7:1
20 А	850 Гц		±0,0140 %	±0,0210 %	±0,0107 %	1,3:1	2,0:1
6 А <sup>[1]</sup>	1083 Гц		±0,0687 %	±0,0687 %	±0,0188 %	3,7:1	3,7:1
6 А <sup>[2]</sup>	2850 Гц		±0,0687 %	±0,0687 %	±0,0215 %	3,2:1	3,2:1
4 А <sup>[3]</sup>	5643 Гц		±0,0770 %	±0,0770 %	±0,0179 %	4,3:1	4,3:1

[1] Основная частота 57 Гц, нулевая амплитуда, 19-я гармоника при 6 А  
 [2] Основная частота 57 Гц, нулевая амплитуда, 50-я гармоника при 6 А  
 [3] Основная частота 57 Гц, нулевая амплитуда, 99-я гармоника при 4 А

**Диапазон 120 А**

- Установите на цифровом мультиметре функцию напряжения постоянного тока и диапазон 2 В.
- На цифровом мультиметре установите функцию 'm' на значение поправочного коэффициента шунта для тока 100 А.
- На цифровом мультиметре установите значение функций '-c' и '÷z' на 0,4.
- Запустите на цифровом мультиметре функции вычисления '\*m', '-c', '÷z' и %.
- Установите диапазон калибратора 6105A на значение 1 x Ext 20 А.
- Установите величину силы тока и частоты калибратора 6105A для точки проверки 60 А на значения, указанные в Таблице 5-13.
- На цифровом мультиметре установите значение функций '-c' и '÷z' на 0,8.
- Запустите на цифровом мультиметре функцию переменного напряжения.
- Установите величину силы тока и частоты калибратора 6105A для двух точек проверки 100 А на значения, указанные в таблице 5-13.
- На цифровом мультиметре установите значение функций '-c' и '÷z' на 0,288.
- Установите величину силы тока и частоты калибратора 6105A для двух точек проверки 36 А на значения, указанные в Таблице 5-13.
- Задайте диапазон 2 мВ на цифровом мультиметре.
- Установите величину силы тока и частоты калибратора 6105A для точки проверки 24 А на значения, указанные в Таблице 5-13.

Таблица 5-13. Проверка амплитуды в диапазоне 120 А

6105A		Установленная погрешность измерений (%)	Характеристики изделия		Погрешность измерений	Отношение неопределенности измерений (TUR)	
ср. кв. знач.	Частота		Калибратор 6105A (99 %)	Калибратор 6100B (99 %)		6105A	6100B
60 А	Постоянный ток		±0,0300 %	±0,0720 %	±0,0046 %	6,5:1	16:1
100 А	57 Гц		±0,0146 %	±0,0216 %	±0,0131 %	1,1:1	1,6:1
100 А	850 Гц		±0,0146 %	±0,0216 %	±0,0112 %	1,3:1	1,9:1
36 А <sup>[1]</sup>	1083 Гц		±0,0687 %	±0,0687 %	±0,0185 %	4,3:1	4,3:1
36 А <sup>[2]</sup>	2850 Гц		±0,0687 %	±0,0687 %	±0,0214 %	3,8:1	3,8:1
24 А <sup>[3]</sup>	5643 Гц		±0,0770 %	±0,0770 %	±0,0193 %	4,0:1	4,0:1

[1] Основная частота 57 Гц, нулевая амплитуда, 19-я гармоника при 36 А  
 [2] Основная частота 57 Гц, нулевая амплитуда, 50-я гармоника при 36 А  
 [3] Основная частота 57 Гц, нулевая амплитуда, 99-я гармоника при 24 А

*Проверка величины фазовых углов при высоких частотах*

Убедитесь, что схема подключения напряжения к измерителю фазы и калибратору 6105A одинакова (2–проводное или 4–проводное соединение).

*Примечание*

*Технические характеристики измерителя фазы модели Clarke–Hess 6000 включают более широкое требование, чем требование характеристики транскондуктивного усилителя. Требование измерителя фазы шире на менее чем 180 Гц.*

1. Установите значение выходного сигнала калибратора 6105A на 23 В при диапазоне 23 В.
2. Подключите выходной разъем калибратора 6105A к основному каналу измерителя фазы.
3. Подключите калибратор 6105A ко второму входному разъему измерителя фазы с помощью шунта для тока 2 А.
4. Установите диапазон калибратора 6105A на значение 1 x Ext 2 А.
5. Установите значения силы тока, частоты и фазового угла согласно данным в Таблице 5-14.

**Таблица 5-14. Проверка фазового угла в диапазоне**

6105A			Измеренное значение угла	Характеристики изделия	Погрешность измерений	Отношение неопределенности измерений (TUR)
ср. кв. знач.	Частота	Сдвиг фаз				
2 А	200 Гц	0 °		0,025 °	0,020 °	1:3
2 А	850 Гц	0 °		0,045 °	0,020 °	2,3:1
2 А	850 Гц	-90 °		0,045 °	0,020 °	2,3:1
2 А	850 Гц	+90 °		0,045 °	0,020 °	2,3:1
0,6 А	2907 Гц <sup>[1]</sup>	0 °		0,325 °	0,030 °	10:1
0,4 А	5643 Гц <sup>[2]</sup>	0 °		0,645 °	0,040 °	16:1

[1] Основная амплитуда нулевая, 51<sup>я</sup> гармоника частоты 57 Гц при 0,6 А  
 [2] Основная амплитуда нулевая, 99<sup>я</sup> гармоника при 0,4 А

6. Подключите калибратор 6105A ко второму входному разъему измерителя фазы с помощью шунта для тока 20 А.
7. Установите диапазон калибратора 6105A на значение 1 x Ext 20 А.
8. Установите значения силы тока, частоты и фазового угла согласно данным в Таблице 5-15.

**Таблица 5-15. Проверка фазового угла в диапазоне 20 А**

6105A			Измеренное значение угла	Характеристик и изделия	Погрешность измерений	Отношение неопределенности и измерений (TUR)
ср. кв. знач.	Частота	Сдвиг фаз				
20 А	200 Гц	0 °		0,025 °	0,020 °	1:3
20 А	850 Гц	0 °		0,045 °	0,020 °	2,3:1
20 А	850 Гц	-90 °		0,045 °	0,020 °	2,3:1
20 А	850 Гц	+90 °		0,045 °	0,020 °	2,3:1
6 А	2907 Гц <sup>[1]</sup>	0 °		0,325 °	0,030 °	10:1
4 А	5643 Гц <sup>[2]</sup>	0 °		0,645 °	0,040 °	16:1

[1] Основная амплитуда нулевая, 51<sup>я</sup> гармоника частоты 57 Гц при 6 А  
 [2] Основная амплитуда нулевая, 99<sup>я</sup> гармоника при 4 А

9. Подключите калибратор 6105A ко второму входному разъему измерителя фазы с помощью шунта для тока 100 А.
10. Установите диапазон калибратора 6105A на значение 1 x Ext 120 А.
11. Установите значения силы тока, частоты и фазового угла согласно данным в Таблице 5-16.

Таблица 5-16. Проверка фазового угла в диапазоне 120 А

6105A			Измеренное значение угла	Характеристики изделия	Погрешность измерений	Отношение неопределенности и измерений (TUR)
ср. кв. знач.	Частота	Сдвиг фаз				
100 А	200 Гц	0 °		0,025 °	0,020 °	1:3
100 А	850 Гц	0 °		0,045 °	0,020 °	2,3:1
100 А	850 Гц	-90 °		0,045 °	0,020 °	2,3:1
100 А	850 Гц	+90 °		0,045 °	0,020 °	2,3:1
36 А	2907 Гц <sup>[1]</sup>	0 °		0,325 °	0,030 °	10:1
24 А	5643 Гц <sup>[2]</sup>	0 °		0,645 °	0,040 °	16:1

[1] Основная амплитуда нулевая, 51<sup>я</sup> гармоника частоты 57 Гц при 36 А  
[2] Основная амплитуда нулевая, 99<sup>я</sup> гармоника при 24 А