

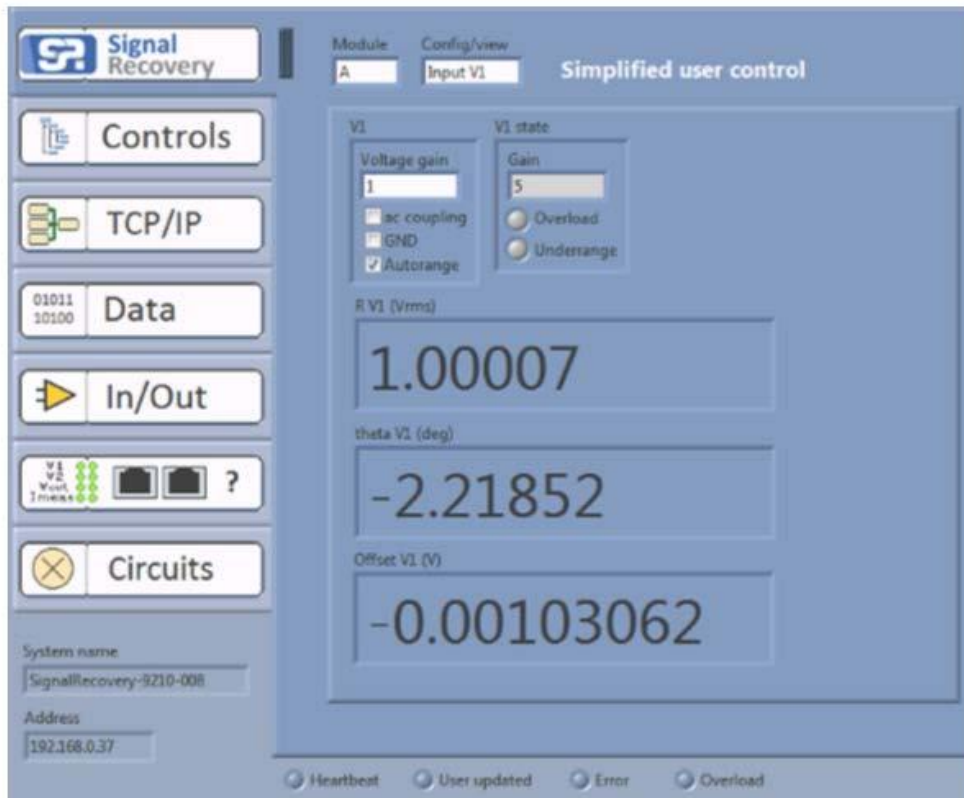
## Многоканальный синхронный усилитель SR 9210

Модель SR 9210 – это компактный многоканальный синхронный усилитель, который позволяет выполнять одновременные комплексные измерения до десяти различных аналоговых сигналов переменного и постоянного тока. Кроме того, он может генерировать сигналы возбуждения для проведения эксперимента, измеряя при этом возникающий ток. Поэтому он идеально подходит для проведения прямых измерений импеданса образцов полупроводников и исследований в области материаловедения, а также выполнения оптических, калориметрических, электромагнитных (восприимчивости на переменном токе) и многих других экспериментов. Прибор реализован в компактном форм-факторе, который можно установить на столе или в стойке.

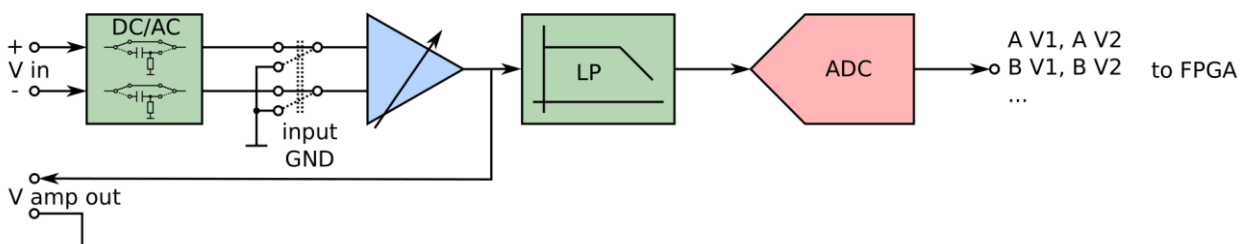


Синхронный усилитель SR 9210 можно заказать в комплектации от одного до пяти двухканальных модулей обработки сигналов. Каждый модуль включает в себя 20-битный DDS генератор сигналов с частотой сэмплирования 1 Мвыб/с, который способен создавать синусоидальный, пилообразный, треугольный, квадратный или шумовой сигнал со смещением постоянного тока или без него. Частота выходного сигнала выбирается равной одной из шести программируемых значений или одного из двух контуров фазовой автоподстройки частоты, которые синхронизируются внешними логическими сигналами TTL, а выходная амплитуда регулируется в трех диапазонах полной шкалы:  $\pm 10$  В,  $\pm 1$  В и  $\pm 0,1$  В. Выходной сигнал генератора можно воспринимать как несимметричный или плавающий сигнал напряжения с интегрированным измерением выходного тока.

Выход генератора сигнала напрямую связан с типом проводимого эксперимента. Например, в случае измерения сопротивления образца он будет подключен последовательно с образцом, а вход SR 9210 подключается для измерения падения напряжения на образце.



Каждый модуль обработки сигналов включает два аналоговых входных канала дифференциального напряжения с двенадцатью регулируемыми каскадами усиления в диапазоне от  $\times 1$  до  $\times 5000$ , что обеспечивает полный диапазон чувствительности (пик-пик) от  $\pm 10$  В до  $\pm 2$  мВ с минимальным уровнем шума до  $1,8$  нВ /  $\sqrt{\text{Гц}}$ . Затем сигналы проходят через сглаживающие фильтры нижних частот, а затем дискретизируются со скоростью  $1$  Мвыб/с двумя 18-битными прецизионными АЦП. Ещё один АЦП обрабатывает сигнал выходного тока генератора.



Затем три оцифрованных сигнала подаются на два каскада из трех параллельных двухфазных синхронных усилителей установленных в каждом модуле. Опорные входные каналы всех синхронных усилителей работают на фундаментальной частоте или на гармонике любой из частот, воспроизводимых генератором сигналов. Каждый синхронный усилитель имеет выходные фильтры с выбираемой постоянной времени и крутизной спада, а полученные результаты измерения амплитуды и фазы по осям X, Y затем доступны для отображения на дисплее, хранения в долговременной памяти или последующей обработки.

Следовательно, полностью оборудованная система, содержащая пять модулей обработки сигналов, суммарно содержит 30 двухфазных синхронных усилителей. Каждая группа из пятнадцати работает на общей частоте, но две группы могут использовать разные гармоники той же самой частоты (режим

парных гармоник - Dual Harmonic Mode) или две не связанные между собой частоты (режим парных опорных частот - Dual Reference Mode). Поскольку в приборе есть два контура фазовой автоподстройки частоты, опорные сигналы могут генерироваться либо самой системой, либо поступать от внешних источников частоты.

В дополнение к классическому виду синхронного детектирования, оцифрованные сигналы также могут отображаться в виде графика осциллограммы или быть подвергнуты обработке методом БПФ с последующим выводом на экран. Одновременно с этим можно также выполнять измерения амплитуды сигналов постоянного тока и отображать их на дисплее.

Каждый модуль снабжен цифровым входом, позволяющим возбуждать одну из двух петель с фазовой синхронизацией от внешнего источника, а также цифровым выходом, используемым в качестве фазового маркера сигнала генератора.

Наконец, ряд вариантов обратной связи позволяет измеряемым сигналам влиять на выходы других каналов генератора или автоматически выравнять амплитуду генерируемого сигнала, подстраивая её для получения входного сигнала постоянной величины.

Для подключения ввода/вывода сигналов используются разъемы RJ45, поскольку они обеспечивают очень компактный способ многопроводного подключения с помощью экранированной витой пары. Кабели Cat-7 с одной стороны заканчиваются разъемами RJ-45 и подключаются непосредственно к разъемам, а другой конец подготовлен для прямого подключения к экспериментальному образцу. Если система будет использоваться с криостатами, то кабели с контактными переключками (Cat-7 jumpers) для сохранения вакуума подключаются через много контактные вводы внутри вакуумной камеры.

## Программное обеспечение

SR 9210 управляется с помощью Windows-совместимого ПО, которое поставляется с каждым устройством, или через драйвер LabVIEW2016. Оба варианта позволяют регулировать все настройки прибора, а также собирать и отображать выходные данные в графическом и числовом формате. К полезным дополнительным функциям относятся режим осциллографа и БПФ, а также информационные экраны, показывающие распиновку входных разъемов и информативные блок-схемы системы. Панель управления в ПО обеспечивает быстрый доступ к элементам управления и цифровым дисплеям, соответствующим одному выбранному каналу, что значительно упрощает работу с системой. Подключение SR 9210 к ПК через Ethernet может быть выполнено напрямую либо через маршрутизатор.

Исходный XML код позволяет интегрировать SR 9210 в существующее программное обеспечение, написанное на текстовых языках, таких как MatLab, Python, C или других.

## Коммутационный блок



Оptionальный коммутационный блок BB-BNC сильно упрощает процесс подключения кабелей с разъемом BNC к разъемам RJ45. Расположенные на передней панели 24 разъема BNC внутри блока

подключены к контактам разъемов RJ45. Кроме того, в коммутационном блоке находятся винтовые зажимы, ведущие к каждому из контактов разъема RJ45, что позволяет также выполнять прямое подключение кабеля от исследуемого объекта.

## Модуль обработки сигналов

Каждый модуль обработки сигналов снабжён:

двумя дифференциальными аналоговыми входами сигнала (перепада), имеющими:

- полный диапазон измерений  $\pm 2 \text{ мВ} \div \pm 10 \text{ В}$  с 12 значениями коэффициента усиления
- связь по постоянному и переменному току, частота сопряжения  $< 0,2 \text{ Гц}$
- 18-бит АЦП с частотой дискретизации 1 мега выборка/сек
- плоская полоса пропускания сигнала в пределах  $\pm 5\%$  с коэффициентом усиления до 100 и на частотах до 100 кГц

аналоговым выходом, имеющим

- генератор сигналов с прямым цифровым синтезом на основе 20-битового ЦАП с частотой дискретизации 1 мега выборка/сек
- выходные диапазоны напряжения  $\pm 10 \text{ В}$ ,  $\pm 1 \text{ В}$  и  $\pm 0,1 \text{ В}$
- выходной ток 50 мА
- заземлённый и «плавающий» выходы
- встроенную функцию измерения тока «плавающего» выхода с полным диапазоном  $25 \text{ нА} \div 50 \text{ мА}$ , разбитым на 20 поддиапазонов
- нижний порог шумов в наименьшем диапазоне  $< 4 \text{ нВ}/\sqrt{\text{частота}} \text{ (Гц)}$  (заземлённый выход) и  $< 30 \text{ нВ}/\sqrt{\text{частота}} \text{ (Гц)}$  («плавающий»), максимальный уровень шумов в диапазоне  $10 \text{ В} - 55 \text{ нВ}/\sqrt{\text{частота}} \text{ (Гц)}$
- погрешность амплитуды в пределах  $\pm 5\%$  от заданной величины на частотах до 100 кГц

отличительные черты:

- цифровой (с амплитудой 3,3 В или 5 В) триггерный вход для входа от источника внешней опорной частоты и цифровой выход фазового маркера
- разъёмы подвода сигналов RJ45
- предупреждающие и информирующие светодиодные индикаторы

Модули обработки сигналов поставляются в трёх вариантах исполнения, отличающихся только входным импедансом и уровнями шумов напряжения аналоговых входов:

- $1,8 \text{ нВ}/\sqrt{\text{частота}} \text{ (Гц)}$  с импедансом усилителя 1 ГОм (типичное значение входного тока подмагничивания / тока смещения  $15/0,5 \text{ нА}$ )
- $3,7 \text{ нВ}/\sqrt{\text{частота}} \text{ (Гц)}$  с импедансом усилителя 30 ГОм (типичное значение входного тока подмагничивания / тока смещения  $0,5/0,1 \text{ нА}$ )
- $18 \text{ нВ}/\sqrt{\text{частота}} \text{ (Гц)}$  с импедансом усилителя порядка ТОм (типичное значение входного тока подмагничивания  $10 \div 5 \text{ пА}$ )

## Шасси и общие характеристики системы

Синхронный усилитель:

- рекомендуемый рабочий частотный диапазон: от постоянного тока (0) до 100 кГц (полный рабочий диапазон 0 (DC) ÷ 500 кГц)
- по два двухфазных синхронных усилителя на входной канал и выход генератора сигналов, функционирующих на частоте встроенного или внешнего генератора опорной частоты или гармоник.
- синхронизированные выходы X, Y, R и q каждого усилителя и функция измерения постоянного тока

Генератор сигналов:

- форма сигнала: синусоидальный, меандр, треугольный, пилообразный, шумовой
- задаваемые пользователем частота, амплитуда, смещение постоянного тока и рабочий цикл (заполнения)
- сложные и модулированные формы волны

Общие сведения

- опции обратной связи в режиме реального времени (по заказу)
- порты интерфейсов связи Gigabit Ethernet и USB
- драйвер LabVIEW 2016 (по заказу)
- встроенный 40 Вт источник питания от сети переменного тока напряжением 100 В ÷ 240 В 50/60 Гц

Габаритные размеры: 483 x 255 x 44,5 мм (без разъёмов подключения)

Вес: 3 кг

**Условия эксплуатации:**

- допускается использование только в помещении
- высота над уровнем моря до 2000 м
- допустимая степень загрязнения среды уровень 2 (Level 2)
- рабочий диапазон температур 5° ÷ 40°C
- температура хранения -25° ÷ 70°C
- уровень корпусной защиты (IP) отсутствует
- максимально допустимая относительная влажность 80% для температур до 31°C с линейной деградацией до 50% при 40°C

**Коммутационный блок BB-BNC**

габаритные размеры: 483 x 140 x 44,5 мм (без учета разъёмов подключения)

вес: 1,4 кг

## Информация для заказа

<b>Model 9210-CHS</b>	шасси в сборе, без модулей обработки сигнала
<b>Model 9210-LO</b>	модуль обработки сигнала, 1,8 нВ/√частота (Гц)
<b>Model 9210-MED</b>	модуль обработки сигнала, 3,7 нВ/√частота (Гц)
<b>Model 9210-HI</b>	модуль обработки сигнала, 18 нВ/√частота (Гц)
<b>Model BB-BNC 1108346</b>	коммутационный блок кабель cat7 длиной 2 метра со штекерами RJ45

Официальный дистрибьютор **Signal Recovery** на территории Российской Федерации:

ООО «Альфа Инструментс»

Адрес: 630049, г. Новосибирск, ул. Линейная, 28, оф. 207

<https://alfa-instr.ru/>

e-mail: [info@alfa-instr.ru](mailto:info@alfa-instr.ru)

Телефон: +7 (383) 203-1000