

УТВЕРЖДАЮ

Зам. директора
ФГУП «ВНИИМС»



В.Н. Яншин

2014 г.

Усилители измерительные серии Genesis HighSpeed

Методика поверки.

Москва
2014

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1. ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ	3
2. СРЕДСТВА ПОВЕРКИ	4
3. ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ	5
4 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ	5
5 УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ	6
6 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ	6
6.1. Внешний осмотр	6
6.2 Проверка электрической прочности изоляции усилителей	6
6.3 Определение электрического сопротивления изоляции усилителей	6
6.4 Опробование и проверка версий ПОверяемых усилителей	7
6.5 Проверка метрологических характеристик усилителей	7
7 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ	10
ПРИЛОЖЕНИЕ А. Основные технические характеристики усилителей измерительных серии Genesis HighSpeed	11

ВВЕДЕНИЕ

Настоящая методика распространяется на Усилители измерительные серии Genesis HighSpeed производства фирмы ««Hottinger Baldwin Measurements Inc.» (HBM), США, и устанавливает требования к методике их первичной и периодической поверок (для усилителей, используемых в сферах государственного регулирования обеспечения единства измерений) .

Усилители измерительные серии Genesis HighSpeed (далее – усилители) предназначены для многоканального высокоскоростного измерения электрических сигналов от датчиков различных физических величин, преобразования измеренных сигналов в аналоговый сигнал унифицированного диапазона либо к цифровому виду, с отображением последнего на дисплее, записи на внутренний накопитель и передачи измерительных данных по цифровым интерфейсам передачи данных.

В состав серии Genesis HighSpeed также входят изолирующие усилители, предназначенные для защиты измерительных систем и персонала от опасных напряжений.

В состав усилителей измерительных серии Genesis HighSpeed входят:

- GEN2i, GEN3i, GEN5i, GEN7i - портативные модульные регистраторы данных со встроенным ПК и дисплеем;
- GEN3t, GEN7t, GEN16t - многоканальные модульные устройства сбора данных;
- 6600, 7600 – усилители с оптической изоляцией;
- ISOBE5600 - системы измерительные с оптической изоляцией.

Метрологические характеристики модульных регистраторов и многоканальных модульных устройств сбора данных определяются входящими в их состав измерительными модулями. Основные метрологические характеристики усилителей приведены в Приложении А.

Интервал между поверками - 1 год.

1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

Перечень операций, которые должны проводиться при первичной и периодической поверке усилителей измерительных серии Genesis HighSpeed с указанием разделов методики, в которых изложен порядок и методика их выполнения, приведен в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Обязательность проведения при поверке		Раздел методики
	первичной*	периодической	
1 Внешний осмотр	Да	Да	6.1
2 Проверка электрической прочности изоляции усилителей	Да	Нет	6.2
3 Определение электрического сопротивления изоляции усилителей	Да	Да	6.3
4 Опробование и проверка версий ПО поверяемых усилителей	Да	Да	6.4
5 Проверка основной погрешности усилителей на постоянном токе.	Да	Да	6.5.1

Наименование операции	Обязательность проведения при поверке		Раздел методики
	первичной*	периодической	
6 Проверка основной погрешности усилителей на переменном токе	Да	Да	6.5.2
7 Проверка неравномерности АЧХ усилителей	Да	Да	6.5.3
8 Оформление результатов поверки.	Да	Да	7

*При выпуске из производства и после ремонта.

Допускается проводить поверку (калибровку) усилителей в автоматизированном режиме с использованием программ и оборудования фирмы-изготовителя.

2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

При поверке должны использоваться эталоны и вспомогательные средства измерений, удовлетворяющие указанным ниже требованиям и имеющие действующие свидетельства о поверке (следует проверить их Свидетельства о поверке либо наличие поверочных клейм и даты последующей поверки).

2.1 Абсолютная погрешность эталонов, используемых для подачи и измерения сигналов, подаваемых на входы проверяемых усилителей, для каждой проверяемой точки не должна превышать 1/5 предела допускаемой абсолютной погрешности проверяемого канала в соответствующем режиме измерений.

Примечание. При невозможности выполнения соотношения "1/5" допускается использовать эталоны с упомянутым соотношением "1/3" и вводить контрольный допуск на погрешность проверяемого измерительного канала, равный 0,8 от допускаемых значений границ его погрешности.

2.2. Для проверки погрешности преобразователей рекомендуется использовать следующие эталонные средства.

2.2.1 При проверке электрической прочности и сопротивления изоляции рекомендуется использовать:

- установку универсальную пробойную GPD-805;
- мегомметр Ф4102/1-М1.

2.3.2 Перечень основного поверочного оборудования:

- калибратор многофункциональный Fluke 5700A (госреестр № 52495-13):

воспроизведение напряжения постоянного тока в диапазоне от 0-220 мВ до 0-1100 В с пределами основной погрешности от $\pm(0,0009\% X + 0,8 \text{ мкВ})$ до $\pm(0,0011\% X + 600 \text{ мкВ})$;

воспроизведение напряжения переменного тока частотой от 10 Гц до 1 МГц в диапазонах от 0-22 мВ до 0-220 В с пределами основной погрешности от $\pm(0,055\% X + 5 \text{ мкВ})$ до $\pm(1,15\% X + 190 \text{ мВ})$;

воспроизведение силы постоянного тока в диапазоне 0-22 мА с пределами основной погрешности $\pm(0,0035\% X + 40 \text{ нА})$;

- калибратор осциллографов Fluke 5820A (госреестр № 23669-02):

воспроизведение напряжения постоянного тока в диапазоне $\pm 130 \text{ В}$ с пределами основной погрешности $\pm (0,025\% X + 25 \text{ мкВ})$;

воспроизведение напряжения синусоидальной формы частотой от 50 кГц до 100 МГц в диапазонах от 5 мВ до 5,5 В с пределами основной погрешности $\pm(3,5\% \text{ вых.} + 300 \text{ мкВ})$.

- мультиметр 3458A (госреестр № 25900-03) в режимах измерений:

напряжения постоянного тока в диапазоне от $\pm 100 \text{ мВ}$ до $\pm 1000 \text{ В}$ с пределами основной погрешности от $\pm(0,00025\% D + 0,00035\% X)$ до $\pm(0,00025\% D + 0,00001\% X)$;

напряжения переменного тока частотой от 10 Гц до 1 МГц в диапазонах от 0-10 мВ до 0-1000 В с пределами основной погрешности от $\pm(0,02\% D + 0,02\% X)$ до $\pm(0,04\% D + 0,02\% X)$;

силы постоянного тока в диапазоне 0-100 мА с пределами основной погрешности $\pm(0,0025\% D + 0,0004\% X)$ (X- воспроизводимое или измеренное значение; D- диапазон измерений).

В таблице 2 приведены заказные наименования и наименования усилителей в документации и эталоны, используемые для поверки усилителей серии GEN различного состава.

Таблица 2

Наименование усилителей/модулей в документации	Заказное наименование	Требуемые эталоны
200 kS/s ISO Bridge Amp. 1 MS/s ISO Bridge Amp.	Gn410 Gn411	Fluke 5700A / HP 3458A
25 MS/s Fast Diff Amp. 100 MS/s Fast Diff Amp	Gn412 Gn413	Fluke 5700A / Fluke 5820A/9500B HP3458A
200 kS/s ISO Univ Amp. 1 MS/s ISO Univ Amp.	Gn440 Gn441	Fluke 5700A / 3458A HP
2 MS/s HV Iso. Amp. 200 kS/s HV Iso. Amp.	Gn610 Gn611	Fluke 5700A / HP3458A
200 kS/s Basic Amp 1 MS/s Basic Amp	Gn810 Gn811	Fluke 5700A
1 MS/s ISO Basic Amp 1 MS/s XT ISO Basic Amp 200 kS/s XT ISO Basic Amp	GN812 GN813 GN814	Fluke 5700A
250 kS Accel Amp. 20 kS Basic Amp	Gn3210 Gn 1610	Fluke 5700A / Fluke 5820A/9500B / HP3458A
16-32 ch Basic Card 20 kS/s	Gn3211 Gn 1611	Fluke 5700A / 3458A
100 MS/s Fiber Amp.	Gn114	Fluke 5700A / Fluke 5820A/9500B
25 MS/s Fiber Amp. Rv1 100 MS/s Fiber Amp. Rv1	Gn110-Gn113	Fluke 5700A / Fluke 5820A/9500B
SMF 100 MS/s Fiber Amp. HT	ISOBE5600	Fluke 5700A / Fluke 5820A/9500B

Мультиметр HP3458A используется для измерения значений сигналов напряжения и тока, подаваемых от калибратора, а также для измерения выходного аналогового сигнала (если в усилителе он предусмотрен).

2.4 Возможно использование других эталонов и испытательного оборудования при соблюдении требований п.2.1 (например, вместо калибратора 5820A можно использовать калибратор осциллографов 9500B).

3 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

Поверку усилителей измерительных серии Genesis HighSpeed должен выполнять поверитель, освоивший работу с усилителями, используемыми эталонами и вспомогательным оборудованием. Поверитель должен быть аттестован в соответствии с Пр 50.2.012-94 "ГСИ. Порядок аттестации поверителей средств измерений".

4 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

4.1 При проведении поверки необходимо соблюдать требования безопасности, предусмотренные "Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей" и "Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей", ГОСТ 12.2.007.0, ГОСТ 12.1.019, ГОСТ 22261, указаниями по безопасности, изложенными в

руководстве по эксплуатации на усилители, применяемые эталоны и вспомогательное оборудование.

4.2 Персонал, проводящий поверку, должен проходить инструктаж по технике безопасности на рабочем месте и иметь группу по технике электробезопасности не ниже 3-ей.

4.3 Внешние подключения следует производить согласно схеме подключения каждого ИК при отключенных от источников тока и напряжения соединительных проводах.

5 УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

5.1 Рекомендуется проводить поверку усилителей в нормальных условиях:

- температура окружающего воздуха $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$;
- относительная влажность 45-80 % без конденсации влаги;
- атмосферное давление 84 - 106 кПа;
- напряжение питания номинальное.

Перед проведением поверки поверяемый усилитель и средства поверки должны быть прогреты в течение 1 часа.

6 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

6.1 Внешний осмотр

6.1.1 Проводят осмотр корпусов усилителей, проверяют отсутствие механических повреждений, обугливания изоляции. Проверяют наличие необходимых надписей на наружных панелях поверяемого прибора.

6.1.2 Проверяют наличие перечисленных ниже документов:

- эксплуатационная документация на усилители и модули в их составе;
- протоколы первичной и предыдущей поверок усилителей;
- техническая документация и непросроченные свидетельства о поверке эталонов, используемых при поверке усилителей.

6.2 Проверка электрической прочности изоляции усилителей

Для цепей с напряжением более 60 В между каркасом и клеммами усилителей, прикладывается испытательное напряжение переменного тока с действующим значением 2000 В и частотой 50 Гц (ГОСТ Р 52931).

Для цепей с напряжением не более 60 В между каркасом и клеммами усилителей прикладывается испытательное напряжение переменного тока с действующим значением 500 В и частотой 50 Гц (ГОСТ Р 52931).

Изоляцию выдерживают под испытательным напряжением в течение 1 минуты.

Усилитель считается выдержавшим испытание электрической прочности изоляции, если не произошло пробоя или перекрытия изоляции.

При повторном измерении прочности изоляции того же усилителя допускается уменьшить испытательное напряжение до 80 % первоначального.

6.3 Определение электрического сопротивления изоляции усилителей

Электрическое сопротивление изоляции измеряется между сетевой вилкой и выходными клеммами усилителя.

Измерение электрического сопротивления изоляции проводят напряжением постоянного тока с помощью мегомметра с рабочим напряжением 500 В.

Усилитель считают выдержавшим испытания, если измеренное значение сопротивления составляет не менее указанного в технической документации.

6.4 Опробование

6.4.1. Собирают схему измерений для поверяемого усилителя. При наличии в составе усилителя дисплея, показания могут считываться с дисплея либо с подсоединенного к усилителю ПК с предустановленным ПО Perception. При отсутствии встроенного дисплея показания усилителя в процессе поверки должны регистрироваться на ПК.

Включают питание поверяемого усилителя.

На экране подсоединенного ПК или дисплея усилителя должна появиться информация о поверяемом усилителе, в том числе о его ВПО, которая не должна противоречить приведенной в описании типа (для усилителей с оптической изоляцией 6600, 7600 и систем измерительных с оптической изоляцией ISOBE5600 информация о версии внутреннего программного обеспечения недоступна).

6.4.1 В соответствии с указаниями соответствующего Руководства по эксплуатации выполняют, наряду с общими тестовыми процедурами, тестовый контроль измерительных каналов и общего программного обеспечения усилителей.

6.4.2 Проверяют возможность установки для модулей усилителей различных значений скорости выборок, выбора фильтров.

6.4.3 С помощью программного меню на дисплей усилителя либо дисплей подсоединенного ПК выводят таблицу с результатами измерений одного из ИК поверяемого усилителя. Изменяя ступенями по 10 % диапазона входной сигнал, считывают и сравнивают между собой заданное значение, показания на дисплее компьютера и собственной панели усилителя (для усилителей, имеющих дисплей). Эти показания должны быть близки или совпадать. В противном случае поверку прекращают.

Опробование допускается совмещать с определением основной погрешности усилителей.

6.5 Проверка метрологических характеристик усилителей

Для поверки поверяемого модуля устанавливают согласно руководству по эксплуатации максимальную скорость выборок, временной интервал измерений, способ индикации и регистрации результатов измерений (возможно выполнение измерений в ручном режиме - при отображении результатов на дисплее усилителя при его наличии, в режиме с регистрацией результатов измерений и их просмотре с помощью ПО Perception).

6.5.1 Проверка основной погрешности усилителей на постоянном токе

6.5.1.1 Для поверки собирают схему рис.1. Мультиметр также используется для контроля выходных аналоговых сигналов (усилителей 6600, 7600 и систем ISOBE5600).

По меню усилителя выбирают табло измеренных значений входного сигнала поверяемого канала, частоту выборки выбирают максимальной.

Проверку погрешности проводят в точках X_i , соответствующих 0, 25, 50, 75 и 100 % каждого диапазона входных сигналов.

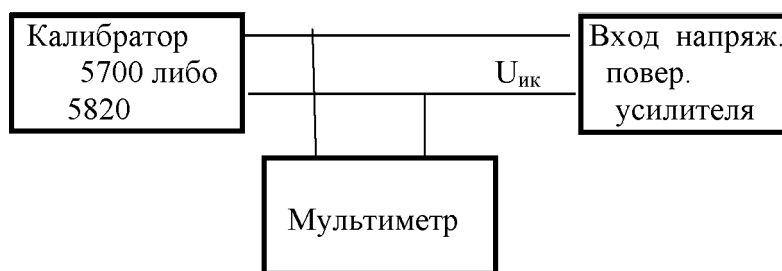


Рисунок 1. Схема поверки усилителей
на постоянном токе

6.5.1.2 Для каждой проверяемой точки X_{0i} вычисляют значения допустимых граничных показаний поверяемого ИК по формулам:

$$X_{di} = X_{0i} - \Delta_{oi},$$

$$X_{ui} = X_{0i} + \Delta_{oi},$$

где Δ_{oi} - предел допускаемой основной абсолютной погрешности поверяемого ИК в i -ой проверяемой точке X_i

$$\Delta_{oi} = 0,01 \cdot \gamma_{oi} \cdot D + N;$$

X_{di} и X_{ui} – соответственно нижняя и верхняя границы показаний преобразователя в проверяемой точке;

N – абсолютная составляющая погрешности модуля, в мкВ (мВ).

6.5.1.3 Устанавливают значение величины, подаваемой на соответствующий вход ИК модуля, равным проверяемой точке X_{0i} .

6.5.1.4 Регистрируют показания X_i поверяемого канала, выбирают максимальное X_{imax} и минимальное X_{imin} из показаний в проверяемой точке.

6.5.1.5 Если выполняется одно (любое) из неравенств

$$X_{imin} \leq X_{di} ,$$

или
$$X_{imax} \geq X_{ui} ,$$

ИК бракуют. В противном случае заносят данные в протокол по форме, приведенной в таблице 3, и переходят к следующей проверяемой точке, повторяя операции по п.п. 6.5.1.2-6.5.1.5.

Если хотя бы в одной из проверяемых точек любого из ИК выполняются неравенства по п. 6.5.1.5, модуль усилителя бракуют.

Таблица 3

Диапазон измерений: нижняя граница $X_n =$, верхняя граница $X_v =$

Единицы измерений _____

Пределы допускаемой основной приведенной погрешности: $\gamma_{ор} =$ _____

i	X _{oi}	Показания модуля		Допуск. показания		Заключение
		X _{i max}	X _{i min}	X _{di}	X _{ui}	
	Ед. измер.	Ед. измер.	Ед. измер.	Ед. измер.	Ед. измер.	
1						
2						
3						
4						

6.5.2 Проверка основной погрешности усилителей на переменном токе

6.5.2.1 Проверку погрешности выполняют с использованием схемы рис. 1. Для проверки модулей измерения сигналов акселерометров усилителей на сигнальный вход модуля последовательно должен быть подключен конденсатор емкостью 1 нФ.

Для усилителя устанавливают режим измерений на переменном токе (без постоянной составляющей), 10000 выб./с.

Число измерений – $n = 4000$. С использованием формул устанавливается результат измерений - среднеквадратическое значение измеренных мгновенных значений сигнала:

$$X_{cc} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1..n} X_j^2}{n}} \quad (1)$$

6.5.2.2 Для каждой проверяемой точки X_{oi} (действующее значение входного сигнала) вычисляют значения допустимых граничных показаний поверяемого ИК по формулам:

$$X_{di} = X_{oi} - \Delta_{oi},$$

$$X_{ui} = X_{oi} + \Delta_{oi},$$

где Δ_{oi} - предел допускаемой основной абсолютной погрешности поверяемого ИК в i -ой проверяемой точке X_i

$$\Delta_{oi} = 0,01 \cdot \gamma_{oi} \cdot D + N;$$

X_{di} и X_{ui} – соответственно нижняя и верхняя границы показаний усилителя в проверяемой точке;

N - абсолютная составляющая погрешности модуля в мкВ (мВ).

6.5.2.3 Проверку выполняют в следующих точках диапазона измерений частоты 200 Гц, 1 кГц при амплитуде сигнала 90% верхней границы диапазона измерений.

Устанавливают значение величины, подаваемой на соответствующий вход ИК модуля, равным проверяемой точке X_{oi} .

6.5.2.4 Регистрируют показания X_i поверяемого канала с использованием формулы (1).

6.5.2.5 Если выполняется одно (любое) из неравенств

$$X_{ci} \leq X_{di} ,$$

или

$$X_{ci} \geq X_{ui} ,$$

ИК бракуют. В противном случае заносят данные в протокол по форме, приведенной в таблице 2, и переходят к следующей проверяемой точке, повторяя операции по п.п. 6.5.2.3-6.5.2.5.

6.5.3 Проверка неравномерности АЧХ усилителей

6.5.3.1 Проверку неравномерности АЧХ усилителей выполняют с использованием схемы рис. 1 для каждого вида фильтров, предусмотренного ЭД, для которых нормирована ширина полосы пропускания.

Число измерений усилителя устанавливается – $n = 4000$, частоту выборки выбирают максимальной.

На калибраторе устанавливают синусоидальный сигнал с действующим значением 90% диапазона измерений модуля усилителя.

При полосе пропускания усилителя до 500 кГц задают базовую частоту $F_0 = 500$ Гц, при полосе пропускания усилителя свыше 500 кГц задают базовую частоту $F_0 = 50$ кГц, в последнем случае используют калибратор 5820А.

Результат измерений усилителя вычисляют по формуле (1) и фиксируют как X_o .

Устанавливают частоту нижней границы полосы пропускания усилителя F_{lo} . Проводят измерения и результат измерений усилителя фиксируют как X_{lo} .

Устанавливают частоту верхней границы полосы пропускания усилителя F_{hi} . Проводят измерения и результат измерений усилителя фиксируют как X_{hi} .

Для каждой проверенной точки рассчитывают неравномерность АЧХ относительно уровня сигнала, измеренного на базовой частоте F_o , в дБ, по формулам:

$$\delta_u = 20 \lg \frac{X_{lo}}{X_o}, \quad \delta_u = 20 \lg \frac{X_{hi}}{X_o}. \quad (7.2)$$

где δ_u – неравномерность АЧХ относительно частоты F_o , дБ;

X_{lo} X_{hi} – измеренное значение сигнала (на дисплее) в контрольной точке диапазона частот;

X_o – измеренное значение на базовой частоте.

Полученные значения не должны превышать 3 дБ.

Результаты поверки усилителя по пп.6.5.1-6.5.3 считают положительными, если основная погрешность усилителей и неравномерность АЧХ в указанных режимах работы находится в пределах допускаемых значений.

7. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

При положительных результатах поверки всех измерительных входов усилителя оформляется свидетельство о поверке согласно Пр 50.2.006-94. В свидетельство вписываются типы поверенных измерительных модулей, входящих в него, с указанием мест установки в корпусе (для усилителей GEN2i, GEN3i, GEN5i, GEN7i, GEN3t, GEN7t, GEN16t).

При отрицательных результатах свидетельство о поверке не выдается, ранее выданное свидетельство о поверке аннулируется, выдается извещение о непригодности с указанием причин бракования.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ усилителей измерительных серии Genesis HighSpeed

Таблица А.1 Метрологические и основные технические характеристики усилителей измерительных GEN2i, GEN3i, GEN5i, GEN7i, GEN3t, GEN7t, GEN16t с базовыми измерительными модулями с максимальной частотой дискретизации 200 тыс. выборок/с

Наименование характеристики	Тип модуля	
	GN810	GN814
Количество каналов	8	
Тип входов	Несимметричные	Несимметричные дифференциальные
Диапазоны входных сигналов, В (доступны изменение коэффициента усиления и корректировки смещения нуля), В	от -1,0 до +1,0 от -2,0 до +2,0 от -5,0 до +5,0 от -10,0 до +10,0 от -20,0 до +20,0 от -50,0 до +50,0	от -2,0 до +2,0 от -4,0 до +4,0 от -10,0 до +10,0 от -20,0 до +20,0 от -40,0 до +40,0 от -100,0 до +100,0
Полное входное сопротивление	1 МОм, 65 пФ	1 МОм, 55 пФ
Пределы основной допускаемой погрешности	$\pm(0,1 \text{ \% диапазона} + 10 \text{ мкВ})$	
Шум (среднекв. зн.), не более	$\pm(0,02 \text{ \% диапазона} + 10 \text{ мкВ})$	
Верхняя граница полосы пропускания, не менее	20 кГц с фильтром Бесселя 50 кГц с фильтром Баттерворта	
Частота дискретизации	от 0,1 выборки/с до 200 тысяч выборок/с	
Разрешающая способность АЦП, бит	16	
Объем ОЗУ, МБ	128	

Таблица А.2 Метрологические и основные технические характеристики усилителей измерительных GEN2i, GEN3i, GEN5i, GEN7i, GEN3t, GEN7t, GEN16t с базовыми измерительными модулями с максимальной частотой дискретизации 1 млн выборок/с

Наименование характеристики	Тип модуля		
	GN811	GN 812	GN 813
Количество каналов	8		
Тип входов	Несимметричные	Несимметричные дифференциальные, изолированные	
Диапазоны входных сигналов*, В	от -1,0 до +1,0 от -2,0 до +2,0 от -5,0 до +5,0 от -10,0 до +10,0 от -20,0 до +20,0 от -50,0 до +50,0		от -2,0 до +2,0 от -4,0 до +4,0 от -10,0 до +10,0 от -20,0 до +20,0 от -40,0 до +40,0 от -100,0 до +100,0
Полное входное сопротивление	1 МОм, 65 пФ		1 МОм, 55 пФ
Пределы основной допускаемой погрешности	±(0,1 % диапазона + 10 мкВ)		
Шум, (среднекв. зн.), не более	±(0,02 % диапазона ± 10 мкВ)		

Окончание таблицы А.2

Наименование характеристики	Тип модуля		
	GN811	GN 812	GN 813
Верхняя граница полосы пропускания до	540 - 690 кГц без фильтрации 100 кГц с фильтром Бесселя 250 кГц с фильтром Баттерворта		
Частота дискретизации	от 0,1 выборки/с до 1 млн выборок/с		
Разрешающая способность АЦП, бит	16		
Объем ОЗУ, МБ	256	512	

* доступны изменение коэффициента усиления и корректировки смещения нуля)

Гальваническая развязка с источником входного сигнала модулей - по постоянному току, от шины «земля».

Таблица А.3 Метрологические и основные технические характеристики усилителей измерительных GEN2i, GEN3i, GEN5i, GEN7i, GEN3t, GEN7t, GEN16t с универсальными измерительными модулями с максимальной частотой дискретизации 200 тысяч выборок/с и 1 млн выборок/с

Наименование характеристики	Тип модуля	
	GN440	GN441
Количество каналов	4	
Тип входов	изолированные дифференциальные; выбирается программно: напряжение, ток или сигналы от пьезоэлектрических датчиков; дифференциальные или несимметричные изолированные	
Диапазоны входных сигналов напряжения и пьезоэлектрических датчиков 13, программируемых	От ± 10 мВ до ± 100 В в 1, 2, 5 шагов (грубая настройка) Переменный коэффициент усиления на 1000 шагов, смещение нуля программно в 1000 шагов выбранного диапазона для точной настройки	
Полное входное сопротивление	2 МОм, 100 пФ	
Верхняя граница полосы пропускания, не менее без фильтрации с фильтром Бесселя с фильтром Баттерворта	20 кГц	310 кГц для диапазонов менее $\pm 0,2$ В; 500 кГц для диапазонов не менее $\pm 0,2$ В; 185 кГц для диапазонов менее $\pm 0,2$ В; 220 кГц для диапазонов не менее $\pm 0,2$ В; 300 кГц для диапазонов менее $\pm 0,2$ В; 350 кГц для диапазонов не менее $\pm 0,2$ В
Пределы основной допускаемой погрешности	$\pm (0,1 \% \text{ диапазона} + 100 \text{ мкВ})$	
Шум, (среднекв. зн.), не более	$\pm (0,02 \% \text{ диапазона} + 120 \text{ мкВ})$	
Частота дискретизации	от 0,1 выб./с до 200 тыс. выб./с	от 0,1 выб./с до 1 млн выб./с
Разрешающая способность АЦП	16 бит	
Объем ОЗУ	128 МБ	512 МБ

Окончание таблицы 5

Наименование характеристики	Тип модуля	
	GN440	GN441
<i>Измерение сигналов пьезоэлектрических датчиков</i>		

Наименование характеристики	Тип модуля	
	GN440	GN441
Ток питания	От 1 до 15 мА, выбирается программно с шагом 1 мА	
Входные диапазоны	7 диапазонов от ± 0,2 до ± 20 В в 1, 2, 5 шагов	
Напряжение питания	24 В	
Измерение сигналов силы тока		
Диапазоны измерения силы тока	5 диапазонов от ±50 мА до ± 1 А в 1, 2, 5 шагов (с использованием шунта 0,2 Ом ± 1 %)	
Пределы основной допускаемой погрешности	± (0,2 % диапазона + 300 мкА)	

Таблица А.4 Метрологические и основные технические характеристики усилителей измерительных GEN2i, GEN3i, GEN5i, GEN7i, GEN3t, GEN7t, GEN16t с мостовыми измерительными модулями с максимальной частотой дискретизации 200 тысяч выборок/с и 1 млн выборок/с

Наименование характеристики	Тип модуля	
	GN410	GN411
Количество каналов	4	
Тип входов	Полностью изолированные мостовые или дифференциальные; выбираются программно	
Диапазоны входных сигналов	$\pm 2 \text{ мВ}$; $\pm 5 \text{ мВ}$; $\pm 10 \text{ мВ}$; $\pm 20 \text{ мВ}$; $\pm 50 \text{ мВ}$; $\pm 100 \text{ мВ}$; $\pm 200 \text{ мВ}$; $\pm 500 \text{ мВ}$; $\pm 1 \text{ В}$; $\pm 2 \text{ В}$; $\pm 5 \text{ В}$; $\pm 10 \text{ В}$	
Коэффициент усиления *	5000, 2000, 1000, 500, 200, 100, 50, 20, 10, 5, 2, 1	
Полное входное сопротивление	$2 \times 10 \text{ МОм}$, 130 пФ	
Верхняя граница полосы пропускания, не менее	20 кГц	Без фильтрации: 120 кГц для диапазонов менее $\pm 20 \text{ мВ}$; 450 кГц для диапазонов не менее $\pm 20 \text{ мВ}$ с фильтром Бесселя: 250 кГц с фильтром Баттерворта: 400 кГц
<i>Измерение сигналов мостовых датчиков</i>		
Схемы подключения датчиков	Полумостовая: 2 резистора по 10 кОм Четвертьмостовая: резистор 350 Ом	
Напряжение балансировки моста	Максимальное 0,25 В, 1000 шагов	
Напряжение питания моста	от $\pm 1,0 \text{ В}$ до $\pm 7,5 \text{ В}$ в 1000 шагов, до 85 мА на канал	
Ток питания датчика	от 2 до 40 мА, при напряж. 15 В (может быть отключен)	
Калибровка с шунтами	2 предустановленных калибровочных резистора (20 кОм, 100 кОм), выбираемых пользователем, плюс внешний шунт на «+» или «-» питания	
Пределы основной допускаемой приведенной погрешности,	$\pm (0,1 \%$ диапазона + 40 мкВ)	
Шум, (среднекв. зн.), не более	$\pm (0,02\%$ диапазона + 30 мкВ)	
Частота дискретизации	от 0,1 выборок/с до 200 тыс. выборок/с	от 0,1 выборок/с до 1 млн выборок/с
Разрешающая способность АЦП	16 бит	
Объем ОЗУ	128 МБ	512 МБ

*Регулировка коэффициента усиления и смещения нуля на 1000 шагов в каждом диапазоне

Таблица А.5 Метрологические и основные технические характеристики усилителей измерительных GEN2i, GEN3i, GEN5i, GEN7i, GEN3t, GEN7t, GEN16t с высокоскоростными измерительными модулями с максимальной частотой дискретизации 25 млн выборок/с и 100 млн выборок/с

Наименование характеристики	Тип модуля	
	GN412	GN413
Количество каналов	4	
Тип входов	Дифференциальные	
Диапазоны входных сигналов	от ± 20 мВ до ± 100 В (полная шкала в 1, 2, 5 шагов)	
Полное входное сопротивление	2 МОм, 21 пФ для диапазона не более ± 1 В 25 пФ для диапазона не менее ± 1 В	
Верхняя граница полосы пропускания, не менее	25 МГц	10 МГц
Пределы основной допускаемой погрешности	$\pm (0,1 \% \text{ диапазона} + 0,1 \text{ мВ})$	
Шум (среднекв. зн.), не более	$\pm (0,05 \% \text{ диапазона} + 0,1 \text{ мВ})$	
Частота дискретизации	100 млн выборок/с	25 млн выборок/с
Разрешающая способность АЦП	14 бит	15 бит
	16 бит до частоты выборки 10 млн выборок/с	
Объем ОЗУ	1800 МБ	128 МБ

Примечание - смещение нуля - автоматическое, равное диапазону; максимум 50 % в диапазоне ± 100 В

Таблица А.6 Метрологические и основные технические характеристики усилителей измерительных GEN2i, GEN3i, GEN5i, GEN7i, GEN3t, GEN7t, GEN16t с многоканальными измерительными модулями с максимальной частотой дискретизации 20 тыс.выборок/с

Наименование характеристики	Тип модуля	
	GN3211	GN1611
Количество каналов	32	16
Тип входов	Дифференциальные (программно-переключаемые на несимметричные положительные или отрицательные), симметричные	
Разрешающая способность АЦП	16	
Диапазоны входных сигналов*	± 10 мВ, ± 20 мВ, ± 50 мВ, ± 100 мВ, ± 200 мВ, ± 500 мВ, ± 1 В, ± 2 В, ± 5 В, ± 10 В, ± 20 В	
Полное входное сопротивление (в дифференциальном режиме)	2 МОм, 150 пФ	
Верхняя граница полосы пропускания, не менее	20 кГц без фильтрации	
Пределы основной допускаемой погрешности	$\pm (0,015 \% \text{ диапазона} + 25 \text{ мкВ})$	
Допускаемый температурный коэффициент	$\pm 0,001 \% / ^\circ\text{C}$	
Шум (среднекв. зн.), не более	$\pm (0,01 \% \text{ диапазона} \pm 25 \text{ мкВ})$	
Объем ОЗУ	200 МБ	

Примечания к таблице А.6 -

*Возможна регулировка смещения нуля (кроме диапазона 40 В) в пределах до 50 % диапазона
Задаваемая частота дискретизации - «высокая» от 10 выборок/с до 20 тыс. выборок/с
«низкая» от 1 выборок/с до 10 тыс. выборок/с.

Таблица А.7 Метрологические и основные технические характеристики усилителей измерительных GEN2i, GEN3i, GEN5i, GEN7i, GEN3t, GEN7t, GEN16t с многоканальными измерительными модулями высокого разрешения с максимальной частотой дискретизации 250 тыс. выборок/с

Наименование характеристики	Тип модуля	
	GN3210	GN1610
Количество каналов	32	16
Тип входов	Дифференциальные (программно-переключаемые на несимметричные положительные или отрицательные), симметричные	
Разрешающая способность АЦП	16/24 бит (выбирается программно)	
Диапазоны входных сигналов*	± 10 мВ, ± 20 мВ, ± 50 мВ, ± 100 мВ, ± 200 мВ, ± 500 мВ, ± 1 В, ± 2 В, ± 5 В, ± 10 В, ± 20 В	
Полное входное сопротивление	2 МОм , 150 пФ	
Верхняя граница полосы пропуска- ния, (без фильтрации)	для частот дискретизации 250 и 125 тыс. выборок/с - от 100 кГц до 105 кГц для всех остальных частот дискретизации – от 80 кГц до 85 кГц	
Пределы основной допускаемой погрешности	± (0,015% диапазона + 25 мкВ)	
Допускаемый температурный коэф- фициент	± (0,002 % диапазона + 2 мкВ)/ ⁰ С	
Шум (среднекв. зн.), не более	± (0,01 % диапазона + 25 мкВ)	
Задаваемая частота дискретизации	от 10 выборок/с до 250 тыс. выборок/с от 1 выборок/с до 125 тыс. выборок/с	
Высокая		
Низкая		
Объем ОЗУ	1800 МБ	
Измерение сигналов акселерометров		
Входные диапазоны	± 10 мВ, ± 20 мВ, ± 50 мВ, ± 100 мВ, ± 200 мВ, ± 500 мВ, ± 1 В, ± 2 В, ± 5 В, ± 10 В, ± 20 В	
Пределы основной допускаемой погрешности усиления IEPЕ	±(0,1% диапазона + 300 мкВ)	
Допускаемый температурный коэф- фициент	± 0,02 %/ ⁰ С	
Напряжение стабилизированного источника тока датчика	22 В	
Ток питания датчика	2 мА, 4 мА, 6 мА и 8 мА (Выбирается программно)	
Нижняя граница полосы пропуска- ния	0,11 Гц	
Усилитель заряда		
Диапазоны входных сигналов	± 10 пКл, ± 20 пКл, ± 50 пКл, ± 100 пКл, ± 200 пКл, ± 0,5 нКл, ± 1 нКл, ± 2 нКл	
Пределы основной допускаемой погрешности усиления	± 2 % диапазона	
Допускаемый температурный коэф- фициент	± 0,003 %/ ⁰ С	
Полоса пропускания	от 1 Гц до 10 кГц при ёмкости источника 1 нФ	

*Возможна регулировка смещения нуля (кроме диапазона 40 В) в пределах до 50 % диапазона

Таблица А.8 Метрологические и основные технические характеристики усилителей измерительных GEN2i, GEN3i, GEN5i, GEN7i, GEN3t, GEN7t, GEN16t с высоковольтными измерительными модулями с максимальной частотой дискретизации 200 тыс. выборок/с и 2 млн выборок/с

Наименование характеристики	Тип модуля	
	GN610	GN611
Количество каналов	6	
Тип входов	Дифференциальные симметричные, изолированные	
Диапазоны входных сигналов*	$\pm 20 \text{ мВ}$, $\pm 50 \text{ мВ}$, $\pm 0.1 \text{ В}$, $\pm 0.2 \text{ В}$, $\pm 0.5 \text{ В}$, $\pm 1 \text{ В}$, $\pm 2 \text{ В}$, $\pm 5 \text{ В}$, $\pm 10 \text{ В}$, $\pm 20 \text{ В}$, $\pm 50 \text{ В}$, $\pm 100 \text{ В}$, $\pm 200 \text{ В}$, $\pm 500 \text{ В}$, $\pm 1000 \text{ В}$	
Полное входное сопротивление	2 МОм, 33 пФ для диапазонов более $\pm 5 \text{ В}$. 57 пФ для остальных диапазонов	
Пределы основной допускаемой погрешности	$\pm(0,075 \% \text{ диапазона} + 400 \text{ мкВ})$ без фильтрации $\pm(0,075 \% \text{ диапазона} + 10 \text{ мкВ})$ с фильтрацией входного сигнала	
Шум (среднекв. зн.), не более	$\pm (0,035 \% \text{ диапазона} + 50 \text{ мкВ})$	
Верхняя граница полосы пропускания, не менее с фильтром Бесселя с фильтром Баттерворта	без фильтрации от 900 кГц до 1500 кГц (400 ± 25) кГц (450 ± 25) кГц	20 кГц 40 кГц 50 кГц
Частота дискретизации	от 0,1 выборок/с до 2 млн выборок/с	от 0,1 выборок/с до 200 тыс. выборок/с
Разрешающая способность АЦП	18 бит	
Объем ОЗУ	2 ГБ	200 МБ

*Возможна регулировка смещения нуля (кроме диапазона $\pm 1000 \text{ В}$) в пределах до 50 % диапазона

Погрешность хода внутренних часов усилителей измерительных GEN2i, GEN3i, GEN3t, GEN5i, GEN7i, GEN7t, GEN16t - менее 0,003%, они могут быть укомплектованы устройствами синхронизации с внешними источниками точного времени.

Таблица А.9 Метрологические и основные технические характеристики усилителей с оптической изоляцией 6600 и 7600

Наименование характеристики	Усилитель 6600	Усилитель 7600
<i>Сторона передатчика (аналого-цифровой преобразователь)</i>		
Тип модуля	GN110, GN111, GN112, GN113	GN114
Количество каналов	1	1
Тип входа	Изолированный, несимметричный дифференциальный	
Диапазоны входных сигналов*	$\pm 20 \text{ мВ}$, $\pm 50 \text{ мВ}$, $\pm 100 \text{ мВ}$, $\pm 200 \text{ мВ}$, $\pm 500 \text{ мВ}$, $\pm 1 \text{ В}$, $\pm 2 \text{ В}$, $\pm 5 \text{ В}$, $\pm 10 \text{ В}$, $\pm 20 \text{ В}$, $\pm 50 \text{ В}$ и $\pm 100 \text{ В}$	
Полное входное сопротивление	1 МОм, 38 пФ	
Верхняя граница полосы пропускания, не менее без фильтрации с фильтрацией входного сигнала	от 27 МГц до 36 МГц (10 ± 1) МГц (фильтр Бесселя)	25 МГц 10 МГц
Пределы основной допускаемой погрешности	$\pm(0,1 \% \text{ диапазона} + 50 \text{ мкВ})$	
Шум (среднекв. зн.), не	$\pm 0,05 \% \text{ диапазона} \pm 100 \text{ мкВ}$	

Наименование характеристики	Усилитель 6600	Усилитель 7600
более		
Частота дискретизации АЦП	от 0,1 выборки/с до 100 млн выборок/с	100 млн выборок/с
Разрешающая способность АЦП	14 -16 бит	14 бит при частоте дискретизации 100 млн. выб./с, 15 бит при 25 млн. выб./с: 16 бит при 10 млн. выб./с
<i>Плата приёмника</i>		
Модель	GN401	GN402
Количество каналов	4	
Диапазон выходного сигнала	$\pm 5 \text{ В}$	$\pm 5 \text{ В}$ $\pm 20 \text{ мА}$
Объем ОЗУ	1800 МБ	
Количество аналоговых выходов ЦАП	4	
Частота дискретизации ЦАП	100 млн выборок/с	
Разрешающая способность ЦАП	14 бит	

**Для модулей GN110, GN111, GN112, GN113 возможна регулировка смещения нуля (кроме диапазона $\pm 1000 \text{ В}$) в пределах до 50 % диапазона

Таблица А.10 Метрологические и основные технические характеристики систем измерительных с оптической изоляцией ISOBE5600

Наименование характеристики	Значение характеристики	
<i>Сторона передатчика</i>		
Модель	GENIS-1T	GENIS-1TM
Число каналов	1	
Тип входа	Изолированный, несимметричный дифференциальный	
Гальваническая развязка с источником входного сигнала	по постоянному и переменному току, от шины «земля»	
Диапазоны входных сигналов*	$\pm 100 \text{ мВ}, \pm 200 \text{ мВ}, \pm 500 \text{ мВ}, \pm 1 \text{ В}, \pm 2 \text{ В}, \pm 5 \text{ В}, \pm 10 \text{ В}, \pm 20 \text{ В}$ и $\pm 50 \text{ В}$	
Полное входное сопротивление	1 МОм, 38 пФ	
Полоса пропускания	до 25 МГц без фильтрации 10 МГц с фильтрацией	
Пределы основной допускаемой погрешности	$\pm (0,1\% \text{ диапазона} + 50 \text{ мкВ})$	
Шум (среднекв. зн.), не более	$\pm (0,05\% \text{ диапазона} \pm 100 \text{ мкВ})$	
Частота дискретизации АЦП	100 млн выборок/с	
Разрешающая способность АЦП	14 бит	
<i>Приёмник</i>		
Модель	GENIS-4R	GENIS-4M
Каналы	4	
Количество аналоговых выходов ЦАП	4	
Частота дискретизации ЦАП	100 млн выб/с	
Разрешающая способность ЦАП	14 бит	
Диапазоны выходного сигнала	$\pm 2 \text{ В}$ (нагрузка 1 МОм) $\pm 1 \text{ В}$ (нагрузка 50 Ом)	
<i>Измерительная система в целом (вход-выход)</i>		

Наименование характеристики	Значение характеристики	
Пределы основной допускаемой погрешности (суммарная, аналог-аналог)	$\pm(0,3\% \text{ диапазона} + 50 \text{ мкВ})$ по входу	
Шум (среднекв. зн.), не более	$\pm(0,07\% \text{ диапазона} + 0,1 \text{ мВ})$ по входу	
Объем ОЗУ	ОЗУ не имеет	64 МБ

Гальваническая развязка с источником входного сигнала модулей GN440, GN441, GN410 - GN413, GN3210, GN3211, GN1610, GN1611, GN610, GN611, GN110, GN114 - по постоянному и переменному току, от шины «земля».

Напряжение питания:

GEN2i, GEN3i, GEN5i, GEN7i,
GEN3t, GEN7t, GEN16t

усилителей 6600

- GN112, GN113

- GN110, GN111

100-240 В переменного тока, 47 – 63 Гц

115/230 В переменного тока, 47 - 63 Гц

11,1 В, 6600 мА·ч, 2 сменных аккумулятора,
Li-ion

усилителей 7600

- GN114

12 В (11-15 В) постоянного тока

систем ISOBE5600

- GENIS-1T

11,1 В, 6600 мА·ч, 1 сменный аккумулятор,
Li-ion

- GENIS-1TM

115/230 В переменного тока, 47 - 63 Гц

- GENIS-4R, GENIS-4M

90 - 264 В переменного тока 47 - 63 Гц