

СОГЛАСОВАНО

Генеральный директор

ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

А.Н. Пронин

«19» апреля 2024 г.



Государственная система обеспечения единства измерений
Блоки обработки сигналов вибрации многоканальные БОС-16В
Методика поверки
ТКНЮ.411734.003МП

И.о. руководителя научно-исследовательской
лаборатории госэталонов в области измерений
вибраций, удара и переменных давлений
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»
Козляковский А.А.
«19» апреля 2024 г.

2024

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки (далее — МП) распространяется на блоки обработки сигналов многоканальные БОС-16В ТКНЮ.411734.003 (далее по тексту — блок) и устанавливает методы первичной поверки до ввода в эксплуатацию и после ремонта и периодической поверки при эксплуатации.

1.2 Прослеживаемость при поверке блоков обеспечивается в соответствии с государственными поверочными схемами:

- Государственной поверочной схемой для средств измерений виброперемещения, виброскорости, виброускорения и углового ускорения, утвержденная приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 27 декабря 2018 г. № 2772 к Государственному специальному эталону единиц длины, скорости и ускорения при колебательном движении твердого тела ГЭТ 58-2018 (эталон заимствованные из Государственной поверочной схемы по ГОСТ Р 8.648-2015 (Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 18 августа 2023 г. № 1706)).

1.3 Для обеспечения реализации методики поверки при определении метрологических характеристик применяется метод прямых измерений.

1.4 Допускается проводить периодическую поверку отдельных измерительных каналов параметров вибрации блока и измерительных каналов частоты вращения по запросу пользователя.

2 Перечень операций поверки

2.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции и применены средства, указанные в таблице 1.

Таблица 1

№ п/ п	Наименование операции поверки	Обязательность проведения операции при		Номер пункта методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
		первичной поверке	периодичес кой поверке	
1	Внешний осмотр	Да	Да	6.1
2	Проверка электрического сопротивления изоляции цепей питания	Да	Да	7.2
4	Опробование	Да	Да	7.3
3	Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	8
5	Определение относительной погрешности измерений амплитуд виброускорения и неравномерности амплитудно- частотной характеристики аналогового канала в рабочем диапазоне частот по зарядовому входу	Да	Да	9.1
6	Определение относительной погрешности измерений амплитуд виброускорения и неравномерности амплитудно- частотной характеристики аналогового канала в рабочем диапазоне частот по ICP входу	Да	Да	9.2
7	Определение относительной погрешности измерений амплитуд виброускорения в рабочем диапазоне амплитуд по зарядовому входу	Да	Да	9.3

Продолжение таблицы 1

№ п/п	Наименование операции поверки	Обязательность проведения операции при		Номер пункта методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
		первичной поверке	периодичес кой поверке	
8	Определение относительной погрешности измерений амплитуд виброускорения в рабочем диапазоне амплитуд по ICP входу	Да	Да	9.4
9	Определение основной относительной погрешности измерений амплитуд виброускорения по зарядовому и ICP входам	Да	Да	9.5
10	Определение относительной погрешности измерений СКЗ виброскорости в рабочем диапазоне частот по зарядовому входу	Да	Да	9.6
11	Определение относительной погрешности измерений СКЗ виброскорости в рабочем диапазоне частот по ICP входу	Да	Да	9.7
12	Определение относительной погрешности измерений СКЗ виброскорости в рабочем диапазоне СКЗ по зарядовому входу	Да	Да	9.8
13	Определение относительной погрешности измерений СКЗ виброскорости в рабочем диапазоне СКЗ по ICP входу	Да	Да	9.9

Продолжение таблицы 1

№ п/п	Наименование операции поверки	Обязательность проведения операции при		Номер пункта методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
		первичной поверке	периодичес кой поверке	
14	Определение основной относительной погрешности измерений СКЗ виброскорости по зарядовому и ICP входам	Да	Да	9.10
15	Определение относительной погрешности измерений переменного напряжения и неравномерности АЧХ по линейному входу в рабочем диапазоне частот	Да	Да	9.11
16	Проверка переходного затухания электрических сигналов между каналами измерений параметров вибрации и переменного напряжения	Да	Да	9.12
17	Определение относительной погрешности измерений переменного напряжения в рабочем диапазоне амплитуд по линейному входу	Да	Да	9.13
18	Определение основной относительной погрешности измерений переменного напряжения по линейному входу	Да	Да	9.14
19	Проверка входного сопротивления канала измерений переменного напряжения	Да	Да	9.15

Продолжение таблицы 1

№ п/ п	Наименование операции поверки	Обязательность проведения операции при		Номер пункта методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
		первичной поверке	периодической поверке	
20	Определение относительной погрешности измерений частоты вращения роторных узлов и основной относительной погрешности измерений частоты вращений роторных узлов	Да	Да	9.16
21	Проверка диапазона частот пропускания полосового фильтра по виброскорости по зарядовому и ICP входам	Да	Нет	9.17
22	Проверка уровня СКЗ шума аналогового измерительного канала, приведенного к входу	Да	Да	9.18

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

температура окружающего воздуха, °С 15–25;

относительная влажность воздуха, % 50–80;

атмосферное давление, кПа..... 96–104.

Перед проведением поверки средства измерений, используемые при поверке, должны быть включены и прогреты в течение времени, указанного в эксплуатационной документации на соответствующие средства

4 Метрологические и технические требования к средствам поверки

Таблица 2 — Средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
Контроль условий поверки	Средства измерений температуры окружающего воздуха в диапазоне измерений от 15 до 25 °С с абсолютной погрешностью не более 0,5 °С; Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 20 до 80 % с погрешностью не более 3 %; Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 80 до 107 кПа, с абсолютной погрешностью не более 0,5 кПа	Термогигрометр автономный ИВА-6Н-Д Рег.№ 82393-21 в ФИФ
п. 7.2	Средства измерений сопротивления (на испытательное напряжение 100 В) в диапазоне измерений от 1 МОм до 9,99 ГОм, погрешность $\pm 5\%$	Мегаомметр Е6-24/1 Рег.№ 47135-11 в ФИФ
п. 7.3	Средства измерений времени с пределами измерений 60 мин, 60 с, погрешность ± 1 с	Секундомер СОСпр-26-2-010, Рег.№ 83109-21 в ФИФ
п.п. 9.1 – 9.18	Эталоны единицы электрического переменного напряжения, соответствующие требованиям к рабочим эталонам не ниже 3 разряда по государственной поверочной схеме для средств измерений переменного электрического напряжения до 1000 В в диапазоне частот от $1 \cdot 10^{-1}$ до $2 \cdot 10^9$ Гц (Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 18 августа 2023 г. № 1706)	Мультиметр цифровой Agilent 34410A, Рег.№ 47717-11 в ФИФ
	Средства измерений для измерения переменного напряжения от 0,1 до 1000 В в диапазоне частот от 0,01 до 20 Гц с погрешностью $\pm 0,5\%$	Вольтметр универсальный цифровой быстродействующий В7-43 Рег.№ 10283-85 в ФИФ
	Средства измерений частоты в диапазоне от 1 Гц до 30 кГц с погрешностью $\pm (25 \cdot 10^{-6} \cdot F + 0,004 \text{ Гц})$	Генератор сигналов сложной формы со сверхнизким уровнем искажений DS360 Рег. № 45344-10 в ФИФ.

Продолжение таблицы 2

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п.п. 9.1 – 9.18	Средства измерений, преобразования и усиления высокоимпедансного сигнала заряда в низкоимпедансный сигнал напряжения с коэффициентом преобразования 100 мВ/пКл, погрешность на частоте 1 кГц $\pm 2\%$.	Усилитель заряда дифференциальный AQ05.-Б.1.100, Рег.№ 75312-19 в ФИФ
Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице		

5 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

5.1 При проведении поверки необходимо соблюдать требования, изложенные в ГОСТ 12.2.007.0-75 «Изделия электротехнические. Общие требования безопасности».

5.2 При проведении поверки средства поверки и поверяемые средства, а также вспомогательное оборудование должны иметь защитное заземление. Не допускается использовать в качестве заземления корпус (коробку) силовых электрических и осветительных щитов и арматуру центрального отопления.

6 Внешний осмотр средства измерений

6.1 При проведении внешнего осмотра должно быть установлено:

- отсутствие механических повреждений корпуса, соединительных кабелей и электрических разъемов, влияющих на работоспособность изделия;
- соответствие комплектности и маркировки требованиям, установленным в руководстве по эксплуатации изделия;
- отсутствие загрязнений и выступающих заусенцев на контактирующих поверхностях технических средств, входящих в состав изделия;
- наличие всех крепежных элементов;
- закрепительные клейма (пломбы) ОТК не должны иметь нарушений.

6.2 Блок признается непригодным к применению, если не выполняется хотя бы одно из вышеуказанных условий. На непригодный к эксплуатации блок выдается извещение о непригодности с указанием причин.

7 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

7.1 Перед проведением поверки необходимо проверить условия окружающей среды на соответствие требованиям раздела 3 настоящей методики поверки.

7.2 Проверка электрического сопротивления изоляции цепей питания

7.2.1 При проверке электрического сопротивления изоляции блока подключают мегаомметр Е6-24/1 (100 В) между цепью «27 В» и корпусом, при напряжении питания 48 В — между соединенными контактами 4, 5, 7, 8 и корпусом или между соединенными контактами 1, 2, 3, 6 и корпусом при питании от РoЕ.

7.2.2 Отсчет показаний мегаомметра проводят не менее, чем через одну минуту после его подключения и подачи на мегаомметр измерительного напряжения. Отсчет может быть произведен и через меньшее время, если мегаомметр показывает, что сопротивление изоляции не изменяется.

7.2.3 Результат операции считается положительным, если измеренное значение сопротивления изоляции не менее 1 МОм.

7.3 Опробование

7.3.1 Собрать схему для проверки в соответствии с рисунком А.1.

Примечание — При всех проверках подсоединить к одной точке внешней шины заземления корпуса поверяемого блока (рисунок В.1) и всех средств измерений с помощью неизолированного провода любого типа сечением 4 мм².

7.3.2 Включить блок.

Примечание — Здесь и далее под словами «включить блок» надлежит понимать выполнение следующих действий:

- подать на блок питание от внешнего источника постоянного напряжения 27 В (48 В), РoЕ;
- включить персональный компьютер;
- запустить на компьютере программу «Контроль и метрология» согласно руководству оператора RU.ТКНЮ.411734.003.2-01 34 01.

7.3.3 Результат операции считается положительным, если отображается информация о работоспособности блока и время установления рабочего не превышает 1 мин.

8 Проверка программного обеспечения средства измерений

8.1.1 Идентификация программного обеспечения

Для проверки соответствия программного обеспечения (далее — ПО) необходимо выполнить следующие действия

- запустить на компьютере программу «Контроль и метрология» в соответствии с руководством оператора RU.ТКНЮ.411734.003.2-01 34 01;
- в меню «Метрология» открыть окно «Идентификация ПО БОС», нажать кнопку «Проверить», считать идентификационные данные программного комплекса «Программное обеспечение блока обработки сигналов БОС-16В»: идентификационное наименование ПО, номер версии (идентификационный номер) ПО;
- в меню «Сервис» открыть окно «О программе», считать идентификационные данные программного средства «Контроль и

метрология»: идентификационное наименование ПО, номер версии (идентификационный номер) ПО;

- проверить соответствие полученных идентификационных данных с приведенными в паспорте на блок ТКНЮ.411734.003ПС в разделе «Особые отметки».

8.1.2 Проверка контрольных сумм ПО осуществляется по алгоритму MD5.

8.1.3 Результат считается положительным если идентификационные данные ПО блока соответствуют указанным в таблице 3.

Таблица 3

Идентификационные данные(признаки)	Значение	
	Программный комплекс «Программное обеспечение блока обработки сигналов БОС-16В»	Программное средство «Контроль и метрология»
Идентификационное наименование ПО	RU.ТКНЮ.411734.003.1-01	RU.ТКНЮ.411734.003.2-01
Номер версии (идентификационный номер) ПО	1.2	1.1
Цифровой идентификатор ПО	77109838e0e75803a1ea387b899752e7	a62288f8756362aa0773652b68018dbe
Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО	md5	

9 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

9.1 Определение относительной погрешности измерений амплитуд виброускорения и неравномерности амплитудно-частотной характеристики аналогового канала в рабочем диапазоне частот по зарядовому входу

9.1.1 Собрать схему для проверки в соответствии с рисунком А.2.

9.1.2 Включить блок.

9.1.3 Установить на генераторе типа DS360 частоту входного сигнала $F_{вх} = 10$ Гц и СКЗ напряжения $U_{вх}$, В, рассчитанное по формуле:

$$U_{вх} = K_{п} \cdot A_{max} / (\sqrt{2} \cdot C), \quad (1)$$

где $K_{п}$ — коэффициент преобразования вибропреобразователя, 1,63 пКл·с²/м;

A_{max} — максимальное значение амплитуды виброускорения, 1400 м/с²;

$\sqrt{2}$ — коэффициент, связывающий СКЗ и амплитуду синусоидального сигнала;

C — емкость разделительных конденсаторов $C1$ и $C2$ на рисунке А.2, 344 пФ.

Напряжение входного сигнала контролировать с помощью мультиметра типа Agilent 34410А.

9.1.4 Произвести измерение виброускорения для канала «к» измерений параметров вибрации блока. Измерения повторить еще два раза, поддерживая параметры входного сигнала, указанные в п. 9.1.3. Результаты измерений занести в таблицу 4.

Примечание — Здесь и далее под словами «произвести измерения» надлежит понимать выполнение действий с программой «Контроль и метрология» согласно руководству оператора RU.ТКНЮ.411734.003.2-01 34 01.

9.1.5 Повторить измерения в последовательности, изложенной в п.п. 9.1.3 и 9.1.4, при всех значениях частот, указанных в таблице 4.

9.1.6 По результатам измерений для каждой из частот вычислить среднее измеренное значение амплитуды виброускорения, м/с^2 :

$$A_{\text{ср.к}} = \frac{1}{3} \sum_{i=1}^3 A_i \quad (2)$$

Результаты вычислений занести в таблицу 4.

9.1.7 Для каждой из частот вычислить значения относительной погрешности измерения виброускорения, %, при максимальном по уровню входном сигнале A_{max} :

$$\delta_{\text{Акf}} = \frac{A_{\text{ср.к}} - A_{\text{max}}}{A_{\text{max}}} \cdot 100 \quad (3)$$

Результаты вычислений занести в таблицу 4.

9.1.8 По данным таблицы 4 вычислить значение неравномерности АЧХ, дБ:

$$\gamma = 20 \lg \frac{A_{\text{ср.f max}}}{A_{\text{ср.f 160}}} \quad (4)$$

где f_{max} — частота, на которой измеренное значение амплитуды виброускорения в таблице 4 максимально отличается от аналогичного параметра при частоте входного сигнала $f = 160$ Гц;

$A_{\text{ср.f max}}$ — результат измерений, максимально отличающийся от результата измерения, полученного на частоте 160 Гц;

$A_{\text{ср.f 160}}$ — результат измерений на частоте 160 Гц.

9.1.9 Повторить измерения в последовательности, изложенной в п.п. 9.1.3–9.1.8, для всех каналов измерений параметров вибрации по зарядовому входу.

Таблица 4

Частота входного сигнала $F_{\text{вх}}$, Гц	A_{max} , м/с^2	СКЗ напряжения $U_{\text{вх}}$, В	Измеренное значение A_i , м/с^2	$A_{\text{ср.к}}$, м/с^2	$\delta_{\text{Акf}}$, %
10	1400				
20	1400				

Продолжение таблицы 4

Частота входного сигнала $F_{вх}$, Гц	A_{max} , м/с ²	СКЗ напряжения $U_{вх}$, В	Измеренное значение A_i , м/с ²	$A_{ср.к}$, м/с ²	$\delta_{A_{kf}}$, %
40	1400				
80					
160					
250					
500					
1000					
2000					
4000					
8000					
16 000					
20 000					
25 600					

9.1.10 Результат операции считается положительным, если значения неравномерности АЧХ не превышают 0,5 дБ. Полученные результаты канала измерений параметров вибрации по зарядовому входу в рабочем диапазоне частот измерений виброускорения учитываются для определения относительной погрешности измерений амплитуд виброускорения п. 9.5.

9.2 Определение относительной погрешности измерений амплитуд виброускорения и неравномерности амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) аналогового канала в рабочем диапазоне частот по ICP входу

9.2.1 Собрать схему для проверки в соответствии с рисунком А.4.

9.2.2 Включить блок.

9.2.3 Установить на генераторе типа DS360 частоту входного сигнала системы $F_{вх} = 160$ Гц и СКЗ входного напряжения $U_{вх}$, В, рассчитанное по формуле:

$$U_{вх} = K_{п} \cdot A_{\max} / \sqrt{2}, \quad (5)$$

где $K_{п}$ — коэффициент преобразования вибропреобразователя, $5,1 \text{ мВ} \cdot \text{с}^2/\text{м}$;

$A_{\max}$ — максимальное значение амплитуды виброускорения, 490 м/с^2 ;

$\sqrt{2}$ — коэффициент, связывающий СКЗ и амплитуду синусоидального сигнала;

Напряжение входного сигнала контролировать с помощью мультиметра типа Agilent 34410A.

9.2.4 Произвести измерение виброускорения для канала «к» измерений параметров вибрации системы. Измерения повторить еще два раза, поддерживая параметры входного сигнала, указанные в п. 9.2.3. Результаты измерений занести в таблицу 5.

9.2.5 Повторить измерения в последовательности, изложенной в п.п. 9.2.3 и 9.2.4, при всех значениях частот, указанных в таблице 5.

Таблица 5

Частота входного сигнала $F_{вх}$, Гц	$A_{\max}$, м/с^2	СКЗ напряжения $U_{вх}$, В	Измеренное значение A_i , м/с^2	$A_{\text{ср.к}}$, м/с^2	$\delta_{A_{kf}}$, %
10	490				
20					
40					
80					
160					
250					

Продолжение таблицы 5

Частота входного сигнала $F_{вх}$, Гц	A_{max} , м/с ²	СКЗ напряжения $U_{вх}$, В	Измеренное значение A_i , м/с ²	$A_{ср.к}$, м/с ²	$\delta_{A_{kf}}$, %
500	490				
1000					
2000					
4000					
8000					
16 000					
20 000					
25 600					

9.2.6 По результатам измерений для каждой из частот по формуле (2) вычислить $A_{ср}$. Результаты вычислений занести в таблицу 5.

9.2.7 Вычислить значения относительной погрешности для каждой из частот по формуле (3). Результаты вычислений занести в таблицу 5.

9.2.8 Вычислить значения неравномерности АЧХ по формуле (4).

9.2.9 Повторить измерения в последовательности, изложенной в п.п. 9.2.3–9.2.8, для всех каналов по ICP входу измерений параметров вибрации.

9.2.10 Результат операции считается положительным, если значения неравномерности АЧХ не превышают 0,5 дБ. Полученные результаты канала измерений параметров вибрации по зарядовому входу в рабочем диапазоне частот измерений виброускорения учитываются для определения относительной погрешности измерений амплитуд виброускорения п. 9.5.

9.3 Определение относительной погрешности измерений амплитуд виброускорения в рабочем диапазоне амплитуд по зарядовому входу

9.3.1 Собрать схему для проверки в соответствии с рисунком А.2 или А.3 для значений диапазона 1 и 5 м/с².

9.3.2 Включить блок.

9.3.3 Установить на генераторе типа DS360 частоту входного сигнала $F_{\text{вх}} = 160$ Гц и СКЗ напряжения $U_{\text{вх}}$, В, рассчитанное по формуле:

$$U_{\text{вх}} = K_{\text{п}} \cdot A_{\text{вх}} / (\sqrt{2} \cdot C), \quad (6)$$

где $K_{\text{п}}$ — коэффициент преобразования вибропреобразователя, $1,63 \text{ пКл} \cdot \text{с}^2/\text{м}$;

$A_{\text{вх}}$ — значение амплитуды виброускорения, $\text{м}/\text{с}^2$;

$\sqrt{2}$ — коэффициент, связывающий СКЗ и амплитуду синусоидального сигнала;

C — емкость разделительных конденсаторов $C1$ и $C2$ на рисунках А.2 и А.3, 344 пФ .

Напряжение входного сигнала контролировать с помощью мультиметра типа Agilent 34410А.

9.3.4 Произвести измерение виброускорения для канала «к» измерений параметров вибрации блока при помощи программы «Контроль и метрология» для соответствующего параметра согласно руководству оператора RU.ТКНЮ.411734.003.2-01 34 01. Измерения повторить еще два раза поддерживая параметры входного сигнала, указанные в п. 9.3.3. Результаты занести в таблицу 6.

Таблица 6

Частота входного сигнала $F_{\text{вх}}$, Гц	$A_{\text{вх}}$, $\text{м}/\text{с}^2$	СКЗ напряжения $U_{\text{вх}}$, В	Измеренное значение A_i , $\text{м}/\text{с}^2$	$A_{\text{ср.к}}$, $\text{м}/\text{с}^2$	δ_{Ak} , %
160	1				
	5				
	50				
	500				
	1400				

9.3.5 Повторить измерения в последовательности, изложенной в п.п. 9.3.3 и 9.3.4, для других значений амплитуд, указанных в таблице 6.

9.3.6 По результатам измерений для каждого значения амплитуды виброускорения по формуле (2) вычислить среднее арифметическое значение амплитуды виброускорения. Результаты вычислений занести в таблицу 6.

9.3.7 Для каждого значения амплитуды виброускорения вычислить значения относительной погрешности измерений k-го канала изделия, %:

$$\delta_{Aka} = \frac{A_{\text{ср.к}} - A_{\text{вх}}}{A_{\text{вх}}} \cdot 100 \quad (7)$$

Результаты вычислений занести в таблицу 6.

9.3.8 Повторить измерения в последовательности, изложенной в п.п. 9.3.3–9.3.7, для всех каналов измерений параметров вибрации по зарядовому входу.

9.3.9 Полученные результаты канала измерений параметров вибрации по зарядовому входу в рабочем диапазоне частот измерений виброускорения учитываются для определения относительной погрешности измерений амплитуд виброускорения п. 9.5.

9.4 Определение относительной погрешности измерений амплитуд виброускорения в рабочем диапазоне амплитуд по ICP входу

9.4.1 Собрать схему для проверки в соответствии с рисунком А.4 или А.5 для значений диапазона 0,5 и 1 м/с².

9.4.2 Включить блок.

9.4.3 Установить на генераторе типа DS360 частоту входного сигнала $F_{\text{вх}} = 160$ Гц и СКЗ напряжения $U_{\text{вх}}$, В, рассчитанное по формуле:

$$U_{\text{вх}} = K_{\text{п}} \cdot A_{\text{вх}} / \sqrt{2}, \quad (8)$$

где $K_{\text{п}}$ — коэффициент преобразования вибропреобразователя, 5,1 мВ·с²/м;

$A_{\text{вх}}$ — значение амплитуды виброускорения, м/с²;

$\sqrt{2}$ — коэффициент, связывающий СКЗ и амплитуду синусоидального сигнала;

Напряжение входного сигнала контролировать с помощью мультиметра типа Agilent 34410A.

9.4.4 Произвести измерение виброускорения для канала «k» измерений параметров вибрации блока при помощи программы «Контроль и метрология» для соответствующего параметра согласно руководству оператора RU.ТКНЮ.411734.003.2-01 34 01. Измерения повторить еще два раза поддерживая параметры входного сигнала, указанные в п. 9.4.3. Результаты измерений занести в таблицу 7.

9.4.5 Повторить измерения в последовательности, изложенной в п.п. 9.4.3 и 9.4.4, для других значений амплитуд виброускорения, указанных в таблице 7.

9.4.6 По результатам измерений для каждого значения амплитуды виброускорения по формуле (2) вычислить среднее значение амплитуды виброускорения. Результаты вычислений занести в таблицу 7.

Таблица 7

Частота входного сигнала $F_{вх}$, Гц	$A_{вх}$, м/с ²	СКЗ напряжения $U_{вх}$, В	Измеренное значение A_i , м/с ²	$A_{ср.к}$, м/с ²	$\delta_{Ака}$, %
160	0,5				
	1				
	10				
	100				
	490				

9.4.7 Для каждого значения амплитуды виброускорения вычислить значения относительной погрешности измерений, %:

$$\delta_{Ака} = \frac{A_{ср.к} - A_{вх}}{A_{вх}} \cdot 100 \quad (9)$$

Результаты вычислений занести в таблицу 7.

9.4.8 Повторить измерения в последовательности, изложенной в п.п. 9.4.3–9.4.7, для всех каналов измерений параметров вибрации по ICP входу.

9.4.9 Полученные результаты канала измерений параметров вибрации по зарядовому входу в рабочем диапазоне частот измерений виброускорения учитываются для определения относительной погрешности измерений амплитуд виброускорения п. 9.5.

9.5 Определение основной относительной погрешности измерений амплитуд виброускорения по зарядовому и ICP входам

9.5.1 Основная относительная погрешность измерений виброускорения рассчитывается для каждого аналогового измерительного канала при доверительной вероятности 0,95:

$$\Delta_A = 1,1 \sqrt{(\delta_{A_{\max f}})^2 + (\delta_{A_{\max a}})^2 + (\delta_{np})^2}, \quad (10)$$

где Δ_A — основная относительная погрешность измерений виброускорения для k-го канала измерений параметров вибрации системы, %;

$\delta_{A \max f} = |\delta_{A k f}|_{\max}$ — максимальное значение относительной погрешности измерений виброускорения в диапазоне частот, %, определяемое по таблице 4 (5) для данного канала;

$\delta_{A \max a} = |\delta_{A k a}|_{\max}$ — максимальное значение относительной погрешности измерений виброускорения в диапазоне амплитуд, %, определяемое по таблице 6 (7) для данного канала;

δ_{np} — относительная погрешность мультиметра в режиме измерений переменных напряжений δ_U , используемого при проведении испытаний, %.

9.5.2 Результат операции считается положительным, если для каждого аналогового измерительного канала по зарядовому и ICP входам значения основной относительной погрешности измерений амплитуды виброускорения не превышают $\pm 6\%$.

9.6 Определение относительной погрешности измерений СКЗ виброскорости в рабочем диапазоне частот по зарядовому входу

9.6.1 Собрать схему для определения диапазона частот измерений СКЗ виброскорости в соответствии с рисунком А.2.

9.6.2 Включить блок.

9.6.3 Установить на генераторе типа DS360 частоту входного сигнала системы $F_{\text{вх}} = 10$ Гц и СКЗ входного напряжения $U_{\text{вх}}$, В, рассчитанное по формуле:

$$U_{\text{вх}} = 2\pi F_{\text{вх}} \cdot V_{\text{вх}} \cdot K_{\text{п}} / C, \quad (11)$$

где $F_{\text{вх}}$ — частота входного сигнала, Гц;

$V_{\text{вх}}$ — задаваемое СКЗ виброскорости, 0,1 м/с;

$K_{\text{п}}$ — коэффициент преобразования вибропреобразователя, 1,63 пКл·с²/м;

C — емкость разделительных конденсаторов С1 и С2 на рисунке А.2, 344 пФ.

Напряжение входного сигнала контролировать с помощью мультиметра типа Agilent 34410А.

9.6.4 Произвести измерение СКЗ виброскорости для k-го канала блока при помощи программы «Контроль и метрология» для соответствующего параметра согласно инструкции руководству оператора RU.ТКНЮ.411734.003.2-01 34 01. Измерения повторить еще два раза, поддерживая параметры входного сигнала, указанные в п. 9.6.3. Результаты занести в таблицу 8.

9.6.5 Повторить измерения в последовательности, изложенной в п.п. 9.6.3 и 9.6.4, при всех значениях частот, указанных в таблице 8.

9.6.6 По результатам измерений для каждой из частот вычислить среднее арифметическое значение СКЗ виброскорости, мм/с:

$$V_{\text{ср.к}} = \frac{1}{3} \sum_{i=1}^3 V_i, \quad (12)$$

Результаты вычислений занести в таблицу 8.

9.6.7 Для каждой из частот вычислить значения относительной погрешности измерений СКЗ виброскорости, % для канала «k»:

$$\delta_{V_k f(a)} = \frac{V_{\text{ср.к}} - V_{\text{вх}}}{V_{\text{вх}}} \cdot 100, \quad (13)$$

Результаты вычислений занести в таблицу 8.

Таблица 8

Частота входного сигнала $F_{\text{вх}}, \text{Гц}$	$V_{\text{вх}}, \text{мм/с}$	СКЗ напряжения $U_{\text{вх}}, \text{В}$	Измеренное СКЗ $V_i, \text{мм/с}$	$V_{\text{ср.к}}, \text{мм/с}$	$\delta_{V_k}, \%$
10	100				
20					
40					
80					
160					
250					
500					

9.6.8 Повторить измерения в последовательности, изложенной в п.п. 9.6.3–9.6.7, для всех каналов измерений параметров вибрации.

9.6.9 Полученные значения каждого аналогового канала по зарядовому входу значения относительной погрешности измерений СКЗ виброскорости в рабочем диапазоне частот учитываются для определения основной относительной погрешности измерений СКЗ виброскорости п. 9.10.

9.7 Определение относительной погрешности измерений СКЗ виброскорости в рабочем диапазоне частот по ICP входу

9.7.1 Собрать схему для проверки в соответствии с рисунком А.4.

9.7.2 Включить блок.

9.7.3 Установить на генераторе типа DS360 частоту входного сигнала $F_{\text{ВХ}} = 10$ Гц и СКЗ напряжения $U_{\text{ВХ}}$, В, рассчитанное по формуле:

$$U_{\text{ВХ}} = 2\pi F_{\text{ВХ}} \cdot V_{\text{ВХ}} \cdot K_{\text{П}}, \quad (14)$$

где $F_{\text{ВХ}}$ — частота входного сигнала, Гц;

$V_{\text{ВХ}}$ — задаваемое значение СКЗ виброскорости, 0,1 м/с;

$K_{\text{П}}$ — коэффициент преобразования вибропреобразователя, 5,1 мВ·с²/м.

Напряжение входного сигнала контролировать с помощью мультиметра типа Agilent 34410А.

9.7.4 Произвести измерение СКЗ виброскорости для канала «к» измерений параметров вибрации блока при помощи программы «Контроль и метрология» для соответствующего параметра согласно руководству оператора RU.ТКНЮ.411734.003.2-01 34 01. Измерения повторить еще два раза поддерживая параметры входного сигнала, указанные в п. 9.7.3. Результаты измерений занести в таблицу 9.

9.7.5 Повторить измерения в последовательности, изложенной в п.п. 9.7.3 и 9.7.4, при всех значениях частот, указанных в таблице 9.

Таблица 9

Частота входного сигнала $F_{\text{ВХ}}$, Гц	$V_{\text{ВХ}}$, мм/с	СКЗ напряжения $U_{\text{ВХ}}$, В	Измеренное СКЗ V_i , мм/с	$V_{\text{ср.к}}$, мм/с	$\delta_{V_{kf}}$, %
10	100				
20					
40					
80					
160					

Продолжение таблицы 9

Частота входного сигнала $F_{вх}$, Гц	$V_{вх}$, мм/с	СКЗ напряжения $U_{вх}$, В	Измеренное СКЗ V_i , мм/с	$V_{ср.к}$, мм/с	δ_{Vkf} , %
250	100				
500					
1000					

9.7.6 По результатам измерений для каждой из частот вычислить среднее измеренное СКЗ виброскорости по формуле (12). Результаты занести в таблицу 9.

9.7.7 Вычислить для каждой из частот значения относительной погрешности измерений СКЗ виброскорости, %, для канала «к» по формуле (13). Результаты занести в таблицу 9.

9.7.8 Повторить измерения в последовательности, изложенной в п.п. 9.7.3–9.7.7, для всех каналов измерений параметров вибрации по ICP входу.

9.7.9 Полученные значения относительной погрешности измерений СКЗ виброскорости в рабочем диапазоне частот для каждого аналогового канала по ICP входу учитываются для определения основной относительной погрешности измерений СКЗ виброскорости п. 9.10.

9.8 Определение относительной погрешности измерений СКЗ виброскорости в рабочем диапазоне СКЗ по зарядовому входу

9.8.1 Собрать схему для проверки в соответствии с рисунком А.2 или А.3 для значения диапазона 0,1 мм/с.

9.8.2 Включить блок.

9.8.3 Установить на генераторе типа DS360 частоту входного сигнала $F_{вх} = 80$ Гц и СКЗ напряжения $U_{вх}$, В, рассчитанное по формуле (11).

Напряжение входного сигнала контролировать с помощью мультиметра типа Agilent 34410A.

9.8.4 Произвести измерение СКЗ виброскорости для канала «к» измерений параметров вибрации блока при помощи программы «Контроль и метрология» для соответствующего параметра согласно руководству оператора RU.ТКНЮ.411734.003.2-01 34 01. Измерения повторить еще два раза поддерживая параметры входного сигнала, указанные в п. 9.8.3. Результаты измерений занести в таблицу 10.

9.8.5 Повторить измерения в последовательности, изложенной в п.п. 9.8.3 и 9.8.4, при всех значениях СКЗ виброскорости, указанных в таблице 10.

9.8.6 По результатам измерений для каждого значения $V_{вх}$ вычислить среднее измеренное значение СКЗ виброскорости по формуле (12). Результаты занести в таблицу 10.

Таблица 10

Частота входного сигнала $F_{вх}$, Гц	$V_{вх}$, мм/с	СКЗ напряжения $U_{вх}$, В	Измеренное СКЗ V_i , мм/с	$V_{ср.к}$, мм/с	δ_{Vka} , %
80	0,1				
	50				
	100				

9.8.7 Вычислить для каждой из частот значения относительной погрешности измерений СКЗ виброскорости, % для канала «к» по формуле (13). Результаты занести в таблицу 10.

9.8.8 Повторить измерения в последовательности, изложенной в п.п. 9.8.3–9.8.7, для всех каналов измерений параметров вибрации по зарядовому входу.

9.8.9 Полученные значения относительной погрешности измерений СКЗ виброскорости в рабочем диапазоне СКЗ для каждого аналогового канала по зарядовому входу учитываются для определения основной относительной погрешности измерений СКЗ виброскорости п. 9.10

9.9 Определение относительной погрешности измерений СКЗ виброскорости в рабочем диапазоне СКЗ по ICP входу

9.9.1 Собрать схему для проверки в соответствии с рисунком А.4 или А.5 для значения диапазона 0,1 мм/с.

9.9.2 Включить блок.

9.9.3 Установить на генераторе типа DS360 частоту входного сигнала $F_{вх} = 80$ Гц и СКЗ напряжения $U_{вх}$, В, рассчитанное по формуле (14).

9.9.4 Напряжение входного сигнала контролировать с помощью мультиметра типа Agilent 34410A.

9.9.5 Произвести измерение СКЗ виброскорости для канала «к» измерений параметров вибрации блока при помощи программы «Контроль и метрология» для соответствующего параметра согласно руководству оператора RU.ТКНЮ.411734.003.2-01 34 01. Измерения повторить еще два

раза поддерживая параметры входного сигнала, указанные в п. 9.9.3. Результаты измерений занести в таблицу 11.

Таблица 11

Частота входного сигнала $F_{вх}$, Гц	$V_{вх}$, мм/с	СКЗ напряжения $U_{вх}$, В	Измеренное значение СКЗ V_i , мм/с	$V_{ср.к}$, мм/с	δ_{Vka} , %
80	0,1				
	50				
	100				

9.9.6 Повторить измерения в последовательности, изложенной в п.п. 9.9.3 и 9.9.4, при всех значениях СКЗ виброскорости, указанных в таблице 11.

9.9.7 По результатам измерений для каждого значения $V_{вх}$ вычислить среднее измеренное СКЗ виброскорости по формуле (12). Результаты занести в таблицу 11.

9.9.8 Для каждой из частот вычислить значения относительной погрешности измерений СКЗ виброскорости, % для канала «к» по формуле (13). Результаты занести в таблицу 11.

9.9.9 Повторить измерения в последовательности, изложенной в п.п. 9.9.3–9.9.7, для всех каналов измерений параметров вибрации по ICP входу.

9.9.10 Полученные значения относительной погрешности измерений СКЗ виброскорости в рабочем диапазоне СКЗ для каждого аналогового канала по ICP входу учитываются для определения основной относительной погрешности измерений СКЗ виброскорости п. 9.10.

9.10 Определение основной относительной погрешности измерений СКЗ виброскорости по зарядовому и ICP входу

9.10.1 Основная относительная погрешность измерений СКЗ виброскорости рассчитывается для каждого канала измерений параметров вибрации при доверительной вероятности 0,95:

$$\Delta_V = 1,1\sqrt{(\delta_{V_{\max f}})^2 + (\delta_{V_{\max a}})^2 + (\delta_{np})^2}, \quad (15)$$

где Δ_V — основная относительная погрешность измерений виброскорости, %;

$\delta_{V_{\max f}} = |\delta_{V_{kf}}|_{\max}$ — максимальное значение относительной погрешности измерений СКЗ виброскорости в рабочем диапазоне частот, %, определяемое по таблице 8 (9) для данного канала;

$\delta_{V_{\max a}} = |\delta_{V_{ka}}|_{\max}$ — максимальное значение относительной погрешности измерений СКЗ виброскорости в рабочем диапазоне СКЗ, %, определяемое по таблице 10 (11) для данного канала;

δ_{np} — относительная погрешность мультиметра в режиме измерений переменных напряжений δ_U , используемого при проведении испытаний, %.

9.10.2 Результат операции считается положительным, если для каждого аналогового измерительного канала по зарядовому и ICP входам значения основной относительной погрешности измерений СКЗ виброскорости, не превышают $\pm 6\%$.

9.11 Определение относительной погрешности измерений переменного напряжения и неравномерности АЧХ по линейному входу в рабочем диапазоне частот

9.11.1 Собрать схему для проверки в соответствии с рисунком А.6.

9.11.2 Включить блок.

9.11.3 Установить на выходе генератора DS360 частоту в соответствии с таблицей 12 и СКЗ напряжения $U_{вх} = 1,7$ В СКЗ переменного напряжения, задаваемого в соответствии с таблицей 12, контролировать с помощью мультиметра типа Agilent 34410A и вольтметра типа В7-43 на частотах 0,125 и 1 Гц.

9.11.4 Произвести измерение напряжения для канала «к» измерений напряжения блока при помощи программы «Контроль и метрология» для соответствующего параметра согласно руководству оператора RU.ТКНЮ.411734.003.2-01 34 01. Измерения повторить еще два раза поддерживая параметры входного сигнала, указанные в п. 9.11.3. Результаты измерений занести в таблицу 12.

Таблица 12

Частота входного сигнала $F_{вх}$, Гц	СКЗ напряжения входного сигнала $U_{вх}$, В	Измеренное значение U_i , В	$U_{ср.к}$, В	$\delta_{U_{kf}}$, %
0,125	1,7			
1				

Продолжение таблицы 12

Частота входного сигнала F _{вх} , Гц	СКЗ напряжения входного сигнала U _{вх} , В	Измеренное значение U _i , В	U _{ср.к} , В	δ _{U_{kf}} , %
20	1,7			
80				
250				
1000				
4000				
16000				
25600				

9.11.5 Повторить измерения в последовательности, изложенной в п.п. 9.11.3 и 9.11.4, при всех значениях частот, указанных в таблице 12.

9.11.6 По результатам измерений для каждой из частот вычислить среднее значение СКЗ напряжения, В:

$$U_{ср.к} = \frac{1}{3} \sum_{i=1}^3 U_i \quad (16)$$

Результаты вычислений занести в таблицу 12.

9.11.7 Для каждой из частот вычислить значения относительной погрешности измерений напряжения, %, для канала «к»:

$$\delta_{Uk} = \frac{U_{ср.к} - U_{вх}}{U_{вх}} \cdot 100 \quad (17)$$

Результаты вычислений занести в таблицу 12.

9.11.8 По данным таблицы 12 вычислить значение неравномерности АЧХ, дБ:

$$\gamma = 20 \lg \frac{U_{ср.к \max} - U_{ср.к \min}}{0,5(U_{ср.к \max} + U_{ср.к \min})} \cdot 100, \quad (18)$$

где $U_{\text{ср.к max}}$ — максимальный результат измерений;

$U_{\text{ср.к min}}$ — минимальный результат измерений.

9.11.9 Повторить измерения в последовательности, изложенной в п.п. 9.11.3–9.11.8, для всех каналов измерений параметров напряжения по линейному входу.

9.11.10 Результат операции считается положительным, если значения неравномерности АЧХ не превышают 0,5 дБ. Полученные значения относительной погрешности измерений напряжения в диапазоне частот для каждого аналогового канала по линейному входу учитываются для определения основной относительной погрешности измерений переменного напряжения по линейному входу п. 9.14.

9.12 Проверка переходного затухания электрических сигналов между каналами измерений параметров вибрации и переменного напряжения

9.12.1 Собрать схему для проверки в соответствии с рисунком А.8.

9.12.2 Установить на генераторе типа DS360 частоту входного сигнала $F_{\text{вх}} = 25\ 600$ Гц и СКЗ входного напряжения $U_{\text{вх}}$, В, рассчитанное по формуле (1) для зарядового входа, по формуле (5) для ICP входа и 1,7 В для линейного входа. Входной сигнал подать на любой из входов каналов измерений параметров вибрации или напряжения («ВХ1», «ВХ2»...«ВХ16»). К любому из оставшихся свободными входов каналов измерения параметров вибрации или напряжения («ВХ1», «ВХ2»...«ВХ16») подключить конденсатор или резистор согласно схеме на рисунке А.8.

9.12.3 Произвести измерение виброускорения или напряжения. Измерения повторить еще два раза. Результаты измерений занести в таблицу 13.

9.12.4 По результатам измерений по формуле (2) или (16) вычислить среднее измеренное значение амплитуды виброускорения или напряжения. Вычисленное значение занести в таблицу 13.

Таблица 13

Измеренное значение A_i , м/с ² (U_i , В)	$A_{\text{ср.к}}$, м/с ² ($U_{\text{ср.к}}$, В)

9.12.5 Рассчитать переходное затухание электрических сигналов между каналами измерений параметров вибрации и напряжения, дБ:

$$\xi = 20 \lg \frac{A(U)_{\text{max}}}{A(U)_{\text{ср.к}}} \quad (19)$$

где $A_{\text{max}} = 490$ м/с² — максимальное значение амплитуды входного сигнала для ICP входа;

$A_{\max} = 1400 \text{ м/с}^2$ — максимальное значение амплитуды входного сигнала для зарядового входа;

$U_{\max} = 1,7 \text{ В}$ — максимальное значение СКЗ напряжения входного сигнала для линейного входа.

9.12.6 Результат операции считается положительным, если полученные значения переходного затухания электрических сигналов между каналами измерений параметров вибрации и напряжения не менее 80 дБ.

9.13 Определение относительной погрешности измерений переменного напряжения в рабочем диапазоне амплитуд по линейному входу

9.13.1 Собрать схему для проверки в соответствии с рисунком А.6 или А.7 для значений диапазона $70 \cdot 10^{-6}$ и $0,5 \cdot 10^{-3} \text{ В}$.

9.13.2 Включить блок.

9.13.3 Установить на выходе генератора DS360 частоту $F_{\text{вх}} = 160 \text{ Гц}$ и СКЗ напряжения $U_{\text{вх}}$ в соответствии с таблицей 14. СКЗ переменного напряжения, задаваемого в соответствии с таблицей 14, контролировать с помощью мультиметра типа Agilent 34410A.

Таблица 14

Частота входного сигнала $F_{\text{вх}}, \text{ Гц}$	СКЗ напряжения входного сигнала $U_{\text{вх}}, \text{ В}$	Измеренное значение $U_i, \text{ В}$	$U_{\text{ср.к}}, \text{ В}$	$\delta_{U_{\text{ка}}}, \%$
160	$70 \cdot 10^{-6}$			
	$0,5 \cdot 10^{-3}$			
	0,05			
	0,5			
	1,7			

9.13.4 Произвести измерение напряжения для канала «к» измерений переменного напряжения блока при помощи программы «Контроль и метрология» для соответствующего параметра согласно руководству оператора RU.ТКНЮ.411734.003.2-01 34 01. Измерения повторить еще два раза поддерживая параметры входного сигнала, указанные в п. 9.13.3. Результаты измерений занести в таблицу 14. Повторить измерения в последовательности, изложенной в пп. 9.13.3 и 9.13.4, при всех значениях СКЗ напряжений, указанных в таблице 14.

9.13.5 По результатам измерений для каждого входного СКЗ напряжения вычислить среднее СКЗ напряжения по формуле (16). Результаты занести в таблицу 14.

9.13.6 Вычислить значения относительной погрешности для каждого СКЗ напряжения по формуле (17). Результаты занести в таблицу 14.

9.13.7 Повторить измерения в последовательности, изложенной в п.п. 9.13.3–9.13.6, для всех каналов измерений СКЗ напряжения по линейному входу. Результаты занести в таблицу 14.

9.13.8 Полученные значения относительной погрешности измерений СКЗ напряжения в рабочем диапазоне амплитуд для каждого аналогового канала по линейному входу учитываются для определения основной относительной погрешности измерений переменного напряжения по линейному входу п. 9.14.

9.14 Определение основной относительной погрешности измерений переменного напряжения по линейному входу

9.14.1 Основная относительная погрешность измерения напряжения, %, рассчитывается при доверительной вероятности 0,95 по следующей формуле:

$$\Delta_U = 1,1\sqrt{(\delta_{u\max f})^2 + (\delta_{u\max a})^2 + (\delta_{np})^2}, \quad (20)$$

где Δ_U — основная относительная погрешность измерений напряжения, %;

$\delta_{u\max f} = |\delta_{Ukf}|_{\max}$ — максимальное значение относительной погрешности измерений напряжения в диапазоне частот, %, определяемое по таблице 12 для данного канала;

$\delta_{u\max a} = |\delta_{Uka}|_{\max}$ — максимальное значение относительной погрешности измерений напряжения в диапазоне амплитуд, %, определяемое по таблице 14 для данного канала;

δ_{np} — относительная погрешность мультиметра в режиме измерений переменных напряжений δ_U , используемого при проведении испытаний, %.

9.14.2 Результат операции считается положительным, если полученные значения основной относительной погрешности измерений напряжения по линейному входу для каждого аналогового канала не превышают $\pm 5\%$.

9.15 Проверка входного сопротивления канала измерений переменного напряжения

9.15.1 Измерение входного сопротивления блока проводят методом добавочного сопротивления.

9.15.2 Собрать схему для проверки в соответствии с рисунком А.9.

9.15.3 Включить блок.

9.15.4 Перемычкой К замкнуть добавочное сопротивление $R_{доб}$. Установить на выходе генератора DS360 частоту $F_{вх} = 50$ Гц и СКЗ напряжения $U_{вх} = 1,7$ В. Напряжение контролировать с помощью мультиметра типа Agilent 34410A.

9.15.5 Разомкнуть перемычку К. Измерить СКЗ напряжения U_2 на частоте $F_{вх} = 50$ Гц. Значение измеренного напряжения занести в таблицу 15.

Таблица 15

$U_1, В$	$U_2, В$	$R_{вх}, кОм$
1,7		

9.15.6 Вычислить значения входного сопротивления $R_{вх}$, кОм по формуле:

$$R_{вх} = \frac{R_{доб}}{\frac{U_1}{U_2} - 1}, \quad (21)$$

где $R_{доб}$ — номинальное значение добавочного резистора на рисунке А.9, (10 кОм $\pm 1\%$);

U_2 — измеренное СКЗ напряжения, В.

Результат вычислений занести в таблицу 15.

9.15.7 Повторить измерения в последовательности, изложенной в п.п. 9.15.4–9.15.6, для других каналов измерений напряжения по линейному входу.

9.15.8 Результат операции считается положительным, если вычисленное значение входного сопротивления по линейному входу для каждого аналогового канала не менее 9 кОм.

9.16 Определение относительной погрешности измерений частоты вращения роторных узлов и основной относительной погрешности измерений частоты вращений роторных узлов

9.16.1 Собрать схему для проверки в соответствии с рисунком А.10.

9.16.2 Включить блок.

9.16.3 Установить на выходе генератора DS360 частоту $F_{вх} = 1$ Гц.

9.16.4 Произвести измерение частоты для канала «к» измерений частоты блока при помощи программы «Контроль и метрология» для соответствующего параметра согласно руководству оператора RU.ТКНЮ.411734.003.2-01 34 01. Измерения повторить еще два раза поддерживая параметры входного сигнала, указанные в п. 9.16.3. Результаты измерений занести в таблицу 16.

9.16.5 Повторить измерения в последовательности, изложенной в п.п. 9.16.3 и 9.16.4, при всех значениях частот, указанных в таблице 16.

Таблица 16

Частота входного сигнала $F_{вх}, \text{Гц}$	$F_i, \text{Гц}$	$F_{ср.к}, \text{Гц}$	$\delta_{Fk}, \%$
1			
3000			

9.16.6 По результатам измерений для каждой из частот вычислить среднее значение частоты, Гц:

$$F_{ср.к} = \frac{1}{3} \sum_{i=1}^3 F_i \quad (22)$$

Результаты вычислений занести в таблицу 16.

9.16.7 Вычислить значения относительной погрешности для каждой из частот, %:

$$\delta_{Fk} = \frac{F_{ср.к} - F_{вх}}{F_{вх}} \cdot 100, \quad (23)$$

Результаты вычислений занести в таблицу 16.

9.16.8 Повторить измерения в последовательности, изложенной в п.п. 9.16.3–9.16.7, для других каналов измерений частоты.

9.16.9 Основная относительная погрешность измерений частоты, % рассчитывается для каждого канала измерений частоты при доверительной вероятности 0,95:

$$\Delta_F = 1,1 \sqrt{(\delta_{F\max})^2 + (\delta_{np})^2}, \quad (24)$$

где Δ_F — основная относительная погрешность измерения частоты, %
 $\delta_{F\max}$ — максимальное значение относительной погрешности измерения частоты, %, определяемое по таблице 16 для данного канала;

$\delta_{np} = \delta_{ген}$ — относительная погрешность генератора в режиме задания и стабильности частоты переменного напряжения в течение времени испытаний, %.

9.16.10 Результат операции считается положительным, если для каждого канала измерений частоты в диапазоне измерений частоты полученные значения основной относительной погрешности не превышают $\pm 0,5 \%$.

9.17 Проверка диапазона частот пропускания полосового фильтра по виброскорости по зарядовому и ICP входам

9.17.1 Собрать схему для проверки в соответствии с рисунком А.2 или А.4 в зависимости от входа.

9.17.2 Включить блок.

9.17.3 Установить на генераторе типа DS360 частоту входного сигнала $F_{\text{вх}} = 80$ Гц и СКЗ напряжения $U_{\text{вх}}$, В, рассчитанное по формуле (11) или (14). Напряжение контролировать с помощью мультиметра типа Agilent 34410А.

9.17.4 Произвести измерение СКЗ виброскорости для канала «к» измерений параметров вибрации блока при помощи программы «Контроль и метрология» для соответствующего параметра согласно руководству оператора RU.ТКНЮ.411734.003.2-01 34 01.

9.17.5 По результатам измерений вычислить коэффициент передачи фильтра на частоте 80 Гц:

$$K = V_{\text{изм}} / V_{\text{вх}}, \quad (25)$$

где K — коэффициент передачи фильтра на частоте 80 Гц;

$V_{\text{изм}}$ — результат измерений СКЗ виброскорости на частоте 80 Гц;

$V_{\text{вх}}$ — заданное СКЗ виброскорости на частоте 80 Гц.

9.17.6 Если $K \neq (1,00 \pm 0,05)$, дальнейшую поверку измерительного канала не выполнять, а блок передать в ремонт. При $K = (1,00 \pm 0,05)$ установить на генераторе частоту $F_{\text{вх}} = 2,5$ Гц и СКЗ напряжения $U_{\text{вх}}$, соответствующее СКЗ виброскорости $V_{\text{вх}} = 100$ мм/с. Напряжение контролировать с помощью мультиметра типа Agilent 34410А и вольтметра В7-43 на частоте 2,5 Гц.

9.17.7 Произвести измерение СКЗ виброскорости для канала «к» измерений параметров вибрации блока при помощи программы «Контроль и метрология» для соответствующего параметра согласно руководству оператора RU.ТКНЮ.411734.003.2-01 34 01. Результаты измерений занести в таблицу 17.

9.17.8 По результатам измерений СКЗ виброскорости вычислить значение измеренного коэффициента передачи фильтра:

$$K = (V_{\text{изм}} \cdot V_{\text{вх}80}) / (V_{\text{изм}80} \cdot V_{\text{вх}}), \quad (26)$$

где K — коэффициент передачи фильтра;

$V_{\text{изм}}$ — результат измерений СКЗ виброскорости на частотах, указанных в таблице 17;

$V_{\text{вх}80}$ — заданное СКЗ виброскорости на частоте 80 Гц;

$V_{\text{изм}80}$ — результат измерений СКЗ виброскорости на частоте 80 Гц;

$V_{\text{вх}}$ — заданное СКЗ виброскорости на частотах, указанных в таблице 17.

Таблица 17

Частота входного сигнала, F_k , Гц	СКЗ V , мм/с		СКЗ напряжения входного сигнала $U_{вх}$, В		Измеренное СКЗ V_i , мм/с		Коэффициент передачи			
							Измеренный		Мини- мальный	Макси- мальный
	ICP	Зарядо- вый	ICP	Зарядо- вый	ICP	Зарядо- вый	ICP	Зарядо- вый		
2,5	100	100							0,01	0,025
10	100	100							0,8	1,1
20	100	100							0,9	1,1
40	100	100							0,9	1,1
80	100	100							1	1
160	100	100							0,9	1,1
315	100	100							0,9	1,1
500	100	100							0,9	1,1
800	100	100							0,9	1,1
1000	100	100							0,8	1,1
4000	25	100							0,01	0,025

9.17.9 Повторить измерения в последовательности, изложенной в п.п. 9.17.6–9.17.8, для других значений частоты, представленных в таблице 17.

9.17.10 Повторить измерения в последовательности, изложенной в п.п. 9.17.1–9.17.9, для других аналоговых каналов измерений параметров вибрации по зарядовому и ICP входу.

9.17.11 Результат операции считается положительным, если значения измеренного коэффициента передачи фильтра блока в полосе его пропускания находятся в пределах, а вне полосы пропускания не превышают пределов значений, заданных ГОСТ ISO 2954-2014 коэффициентов передачи, приведенных в таблице 17.

9.18 Проверка уровня СКЗ шума аналогового измерительного канала, приведенного к входу

9.18.1 Собрать схему для проверки в соответствии с рисунком А.11, А.12 или А.13, в зависимости от входа.

9.18.2 Включить блок.

9.18.3 Произвести измерение уровня собственных шумов для канала «к» измерений параметров вибрации или напряжения блока при помощи программы «Контроль и метрология» для соответствующего параметра согласно руководству оператора RU.ТКНЮ.411734.003.2-01 34 01. Результаты измерений занести в таблицы 18 и 19.

Таблица 18

Тип входа	Измеренное значение $A_{ш i}$, $м/с^2$	$A_{ш ср}$, $м/с^2$
ICP		
Зарядовый		

Таблица 19

Тип входа	Измеренное значение $U_{шi}$, мкВ	$U_{шср}$, мкВ
Линейный		

9.18.4 По результатам измерений вычислить средние значения собственных шумов по ICP и зарядовому, м/с², а также линейному, мкВ входам:

$$A_{шср} = \frac{1}{3} \sum_{i=1}^3 A_{шi} \quad (27)$$

$$U_{шср} = \frac{1}{3} \sum_{i=1}^3 U_{шi} \quad (28)$$

Результаты соответствующих вычислений занести в таблицы 18 и 19.

9.18.5 Повторить измерения в последовательности, изложенной в п.п. 9.18.1–9.18.4, для всех каналов измерений параметров вибрации или напряжения

9.18.6 Результат операции считается положительным, если полученные значения собственных шумов для каждого аналогового канала не превышают: 0,05 м/с² по ICP входу; 0,1 м/с² по зарядовому входу; 30 мкВ по линейному входу.

10 Оформление результатов поверки

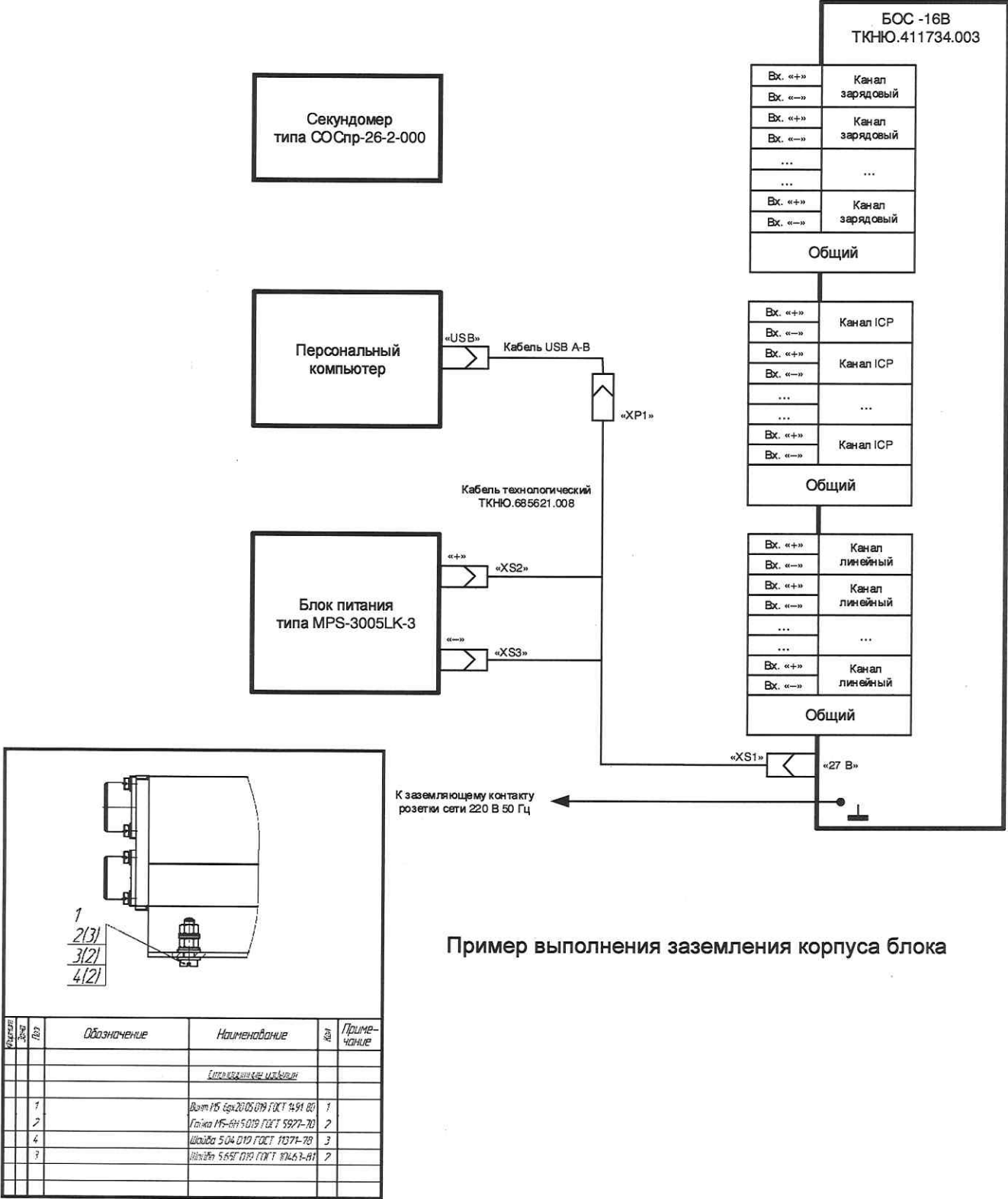
10.1.1 Результаты поверки представляются в соответствии с действующими правовыми нормативными документами и передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. Для периодической поверки в сокращенном объеме (пункт 1.4 настоящего документа) должны быть указаны сведения об измерительных каналах, для которых выполнена поверка.

10.1.2 При положительных результатах поверки по запросу пользователя (заявителя) оформляется свидетельство о поверке.

10.1.3 При отрицательных результатах поверки, выявленных при внешнем осмотре, опробовании или выполнении операций поверки, по запросу пользователя (заявителя) выдается извещение о непригодности к применению средства измерений с указанием причин непригодности.

10.1.4 По запросу пользователя (заявителя) оформляется протокол поверки в произвольной форме.

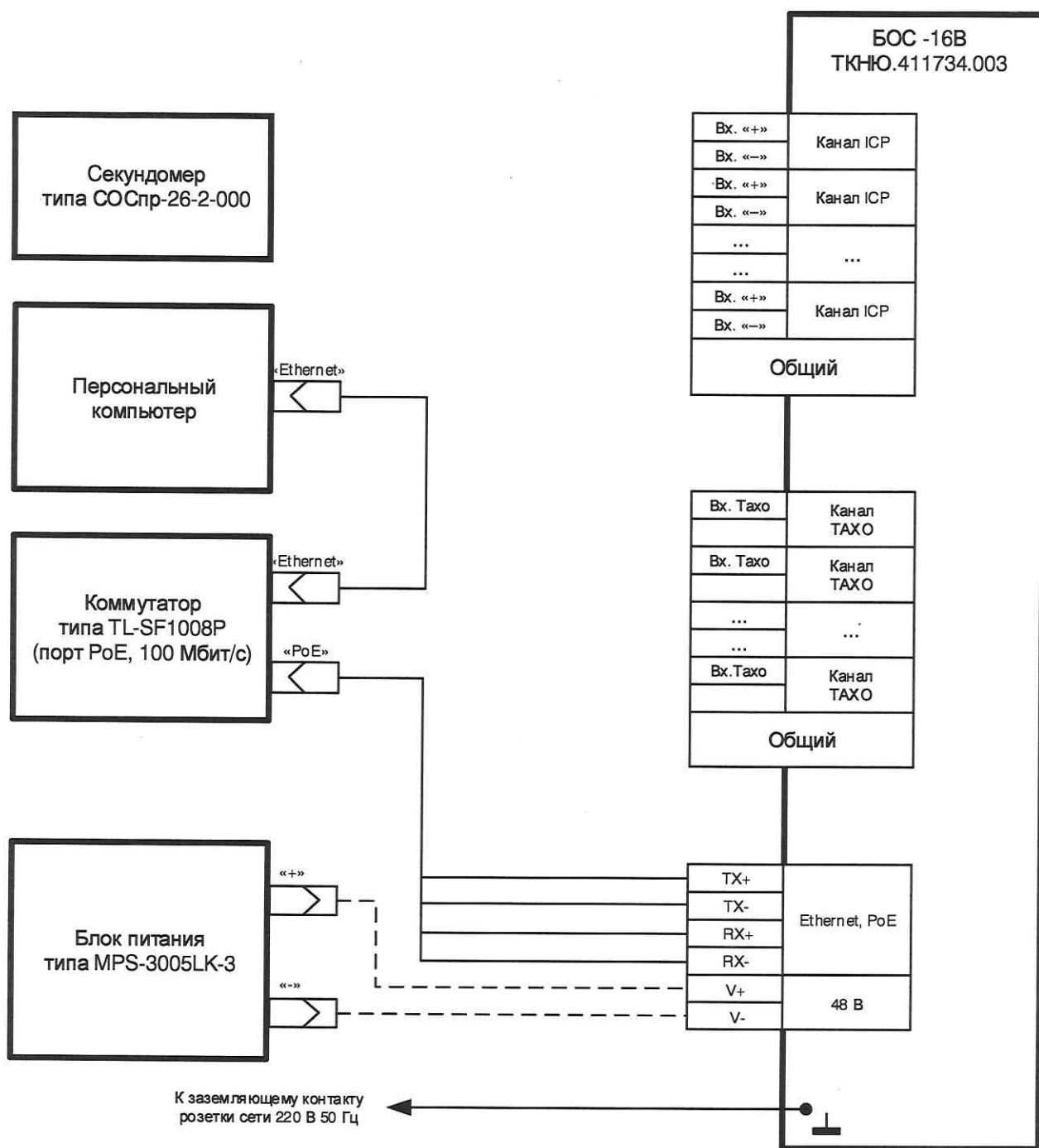
ПРИЛОЖЕНИЕ А (обязательное) Схемы испытаний



Пример выполнения заземления корпуса блока

а) для БОС-16В с при напряжении питания 27 В

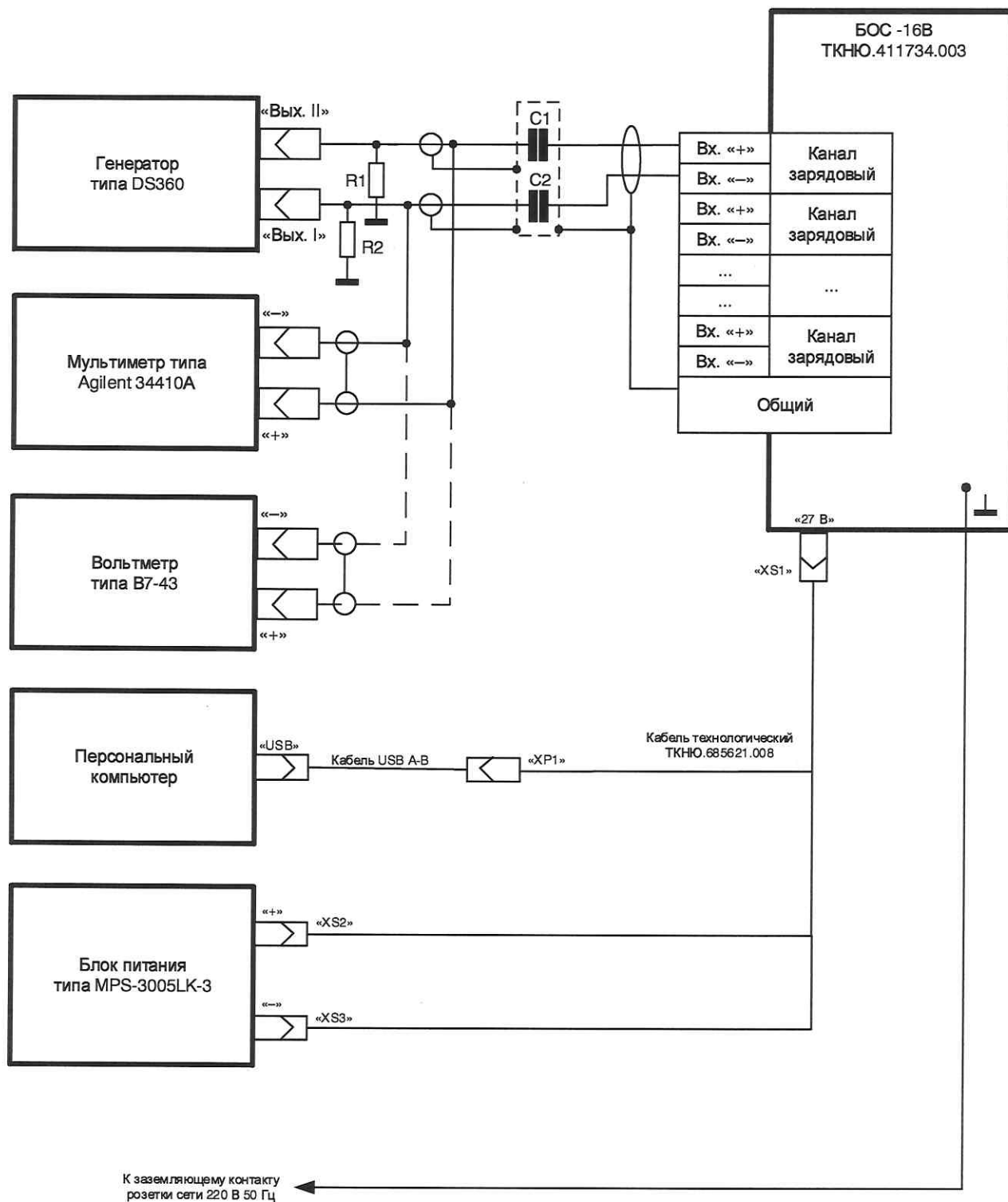
Рисунок А.1 — Схема испытаний для опробования блока и проверки соответствия времени установления рабочего режима (часть 1)



Блок питания подключать в случае подачи электропитания от внешнего источника питания 48 В

б) для БОС-16В с напряжением питания 48 В (PoE)

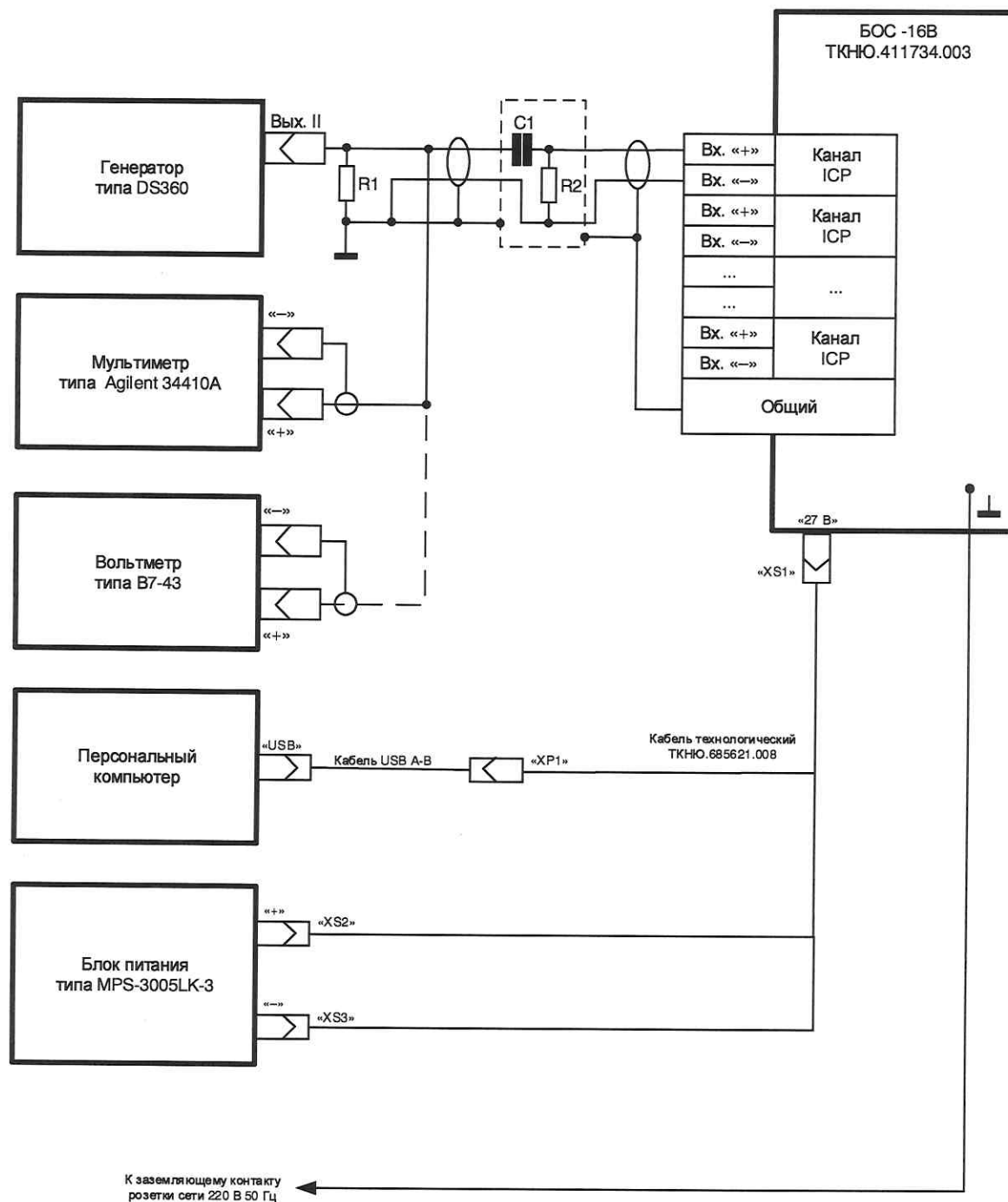
Рисунок А.1 — Схема испытаний для опробования блока и проверки соответствия времени установления рабочего режима (часть 2)



R1, R2 — нагрузка 600 Ом

C1, C2 — конденсатор К10-43а 344 пФ $\pm 1,5$

Рисунок А.2 — Схема испытаний для проверки диапазонов частот измерений зарядового аналогового канала, определения неравномерности амплитудно-частотной характеристики, проверки диапазона измерений амплитуд виброускорения, определения основной относительной погрешности измерений амплитуды виброускорения, проверки диапазона частот пропускания полосового фильтра по виброскорости, проверка диапазона измерений СКЗ виброскорости, определения основной относительной погрешности измерений СКЗ виброскорости



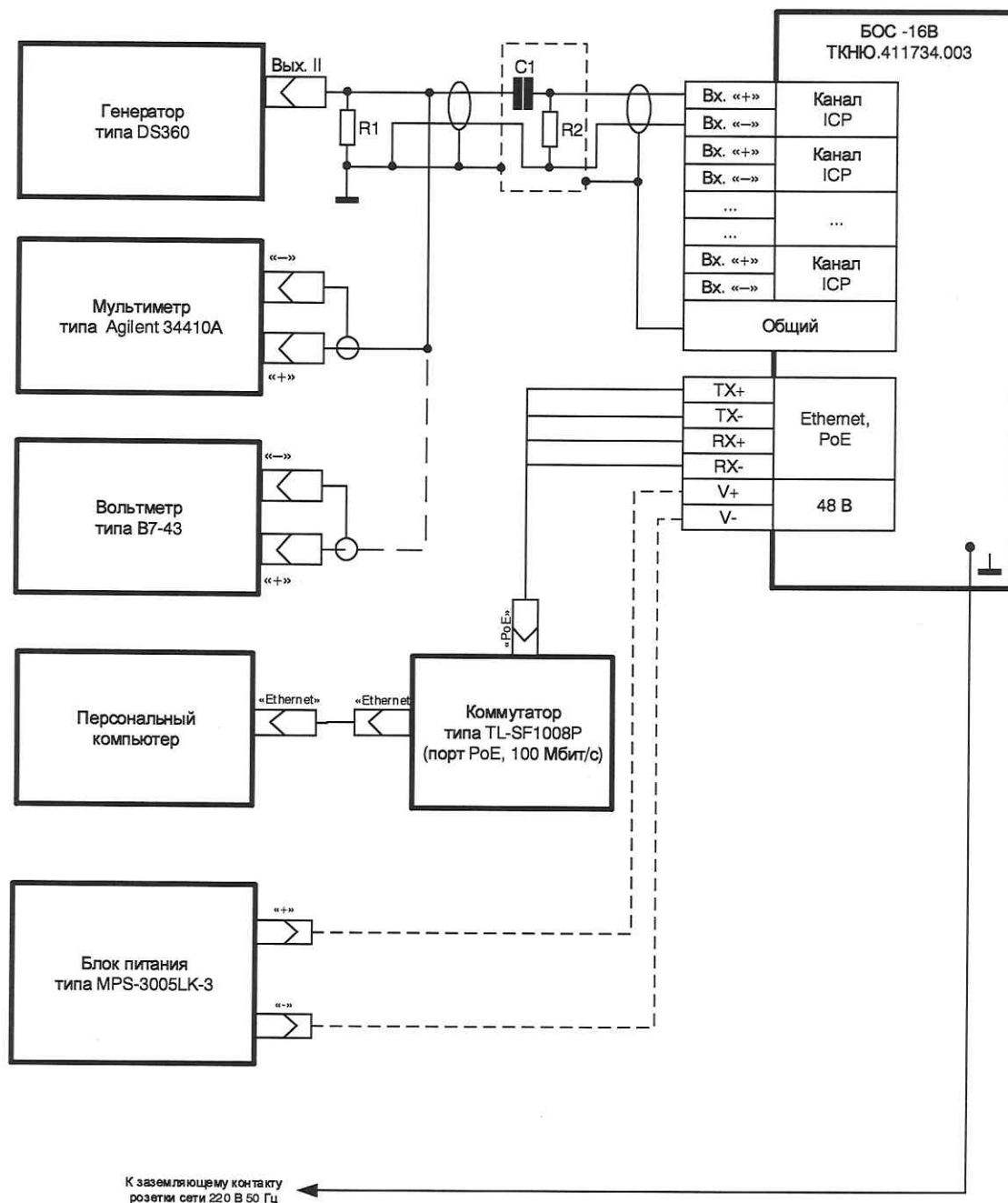
R1 — нагрузка 600 Ом

R2 — резистор $3,6 \text{ кОм} \pm 0,25 \%$

C1 — конденсатор $100 \text{ мкФ} \pm 10 \%$

а) для БОС-16В с напряжением питания 27 В

Рисунок А.4 — Схема испытаний для проверки диапазонов частот измерений ИСР аналогового канала, определения неравномерности амплитудно-частотной характеристики, проверки диапазона измерений амплитуд виброускорения, определения основной относительной погрешности измерений амплитуды виброускорения, проверки диапазона частот пропускания полосового фильтра по виброскорости, проверки диапазона измерений СКЗ виброскорости, определения основной относительной погрешности измерений СКЗ виброскорости (часть 1)



Блок питания подключать в случае подачи электропитания от внешнего источника питания 48 В

R1 — нагрузка 600 Ом

R2 — резистор $3,6 \text{ кОм} \pm 0,25 \%$

C1 — конденсатор $100 \text{ мкФ} \pm 10 \%$

б) для БОС-16В с напряжением питания 48 В (PoE)

Рисунок А.4 — Схема испытаний для проверки диапазонов частот измерений ICP аналогового канала, определения неравномерности амплитудно-частотной характеристики, проверки диапазона измерений амплитуд виброускорения, определения основной относительной погрешности измерений амплитуды виброускорения, проверки диапазона частот пропускания полосового фильтра по виброскорости, проверки диапазона измерений СКЗ виброскорости, определения основной относительной погрешности измерений СКЗ виброскорости (часть 2)

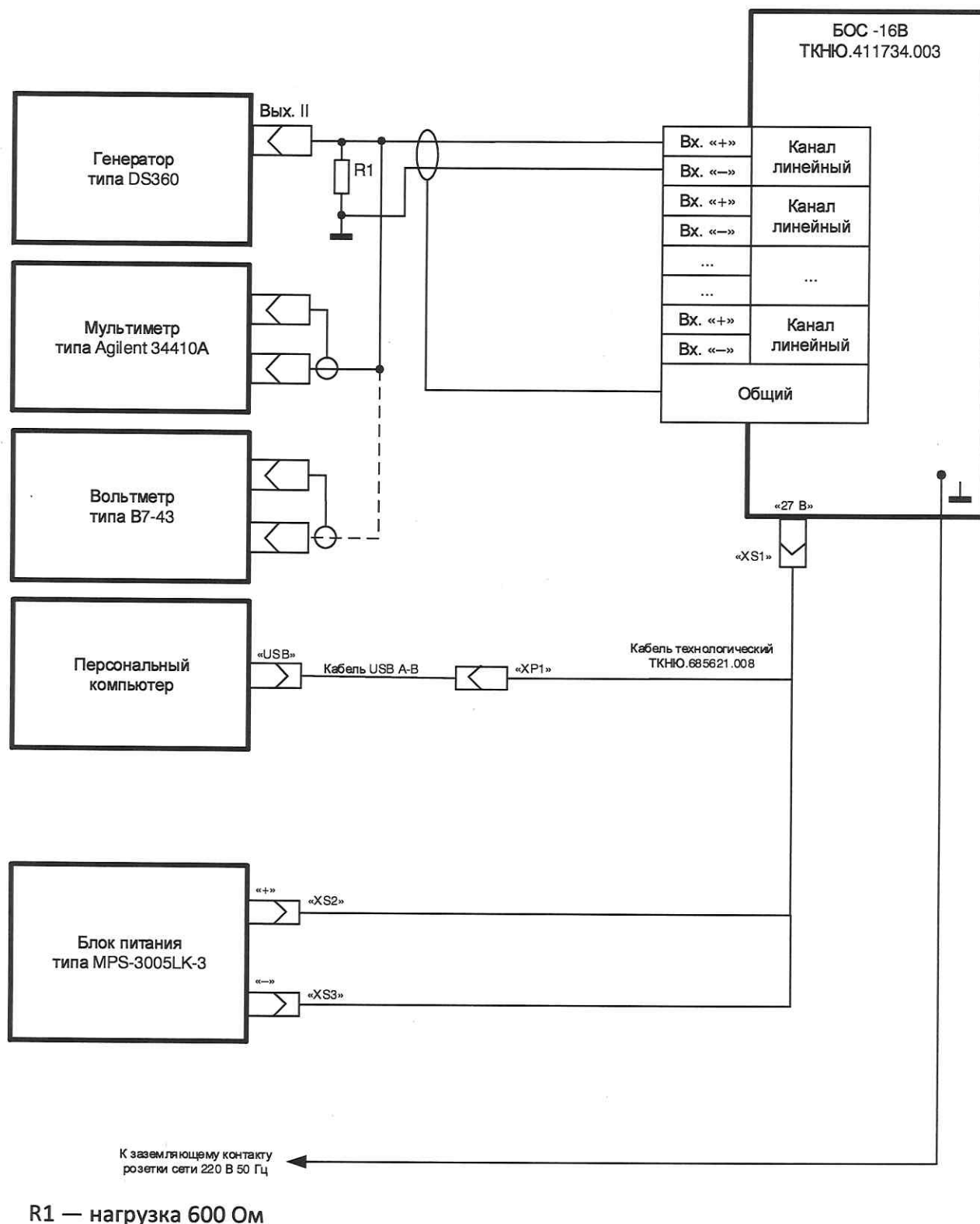
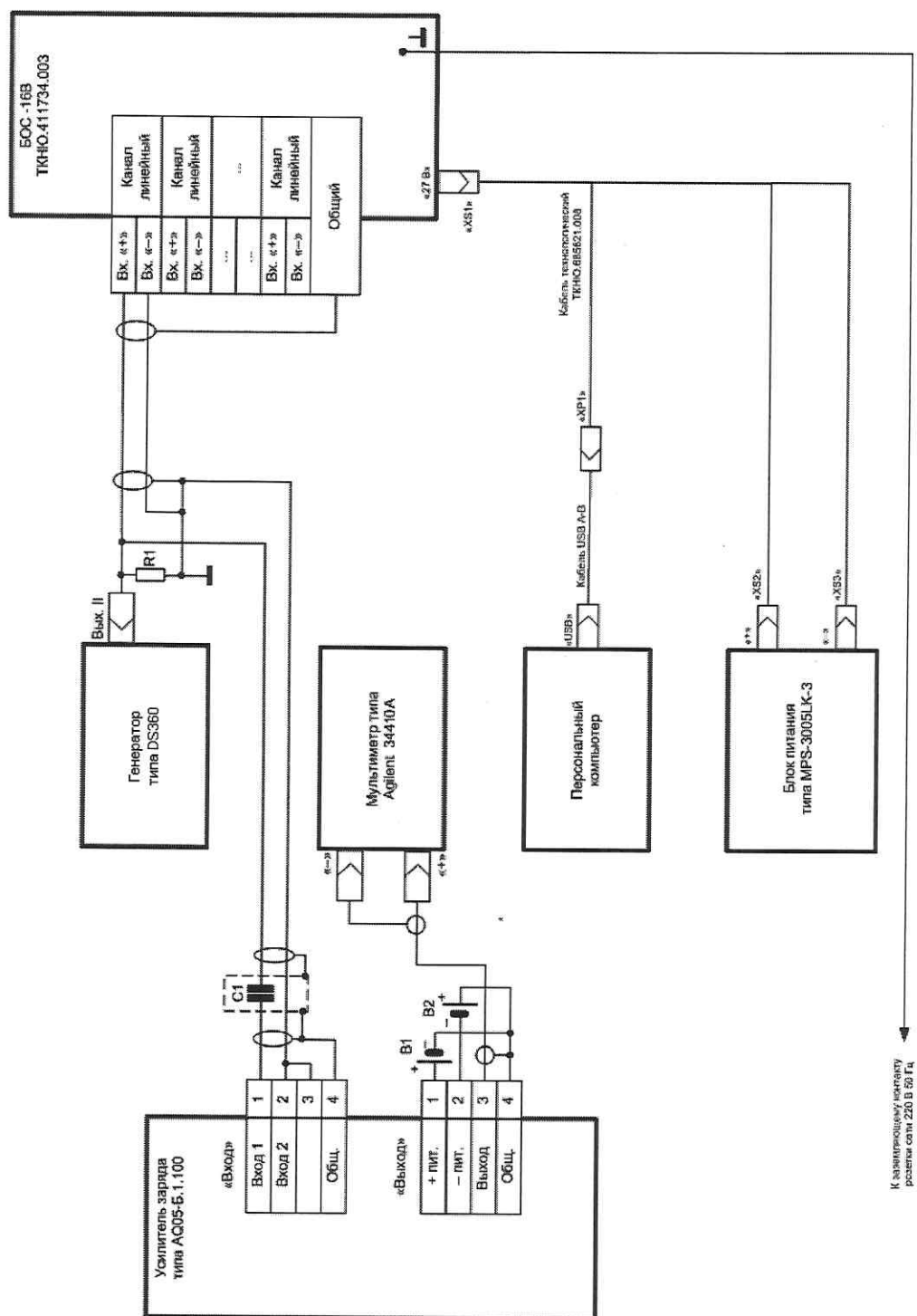


Рисунок А.6 — Схема испытаний для проверки диапазонов частот измерений линейного аналогового канала, определения неравномерности амплитудно-частотной характеристики, проверки диапазона измерений амплитуды переменного напряжения, определения основной относительной погрешности измерений напряжения

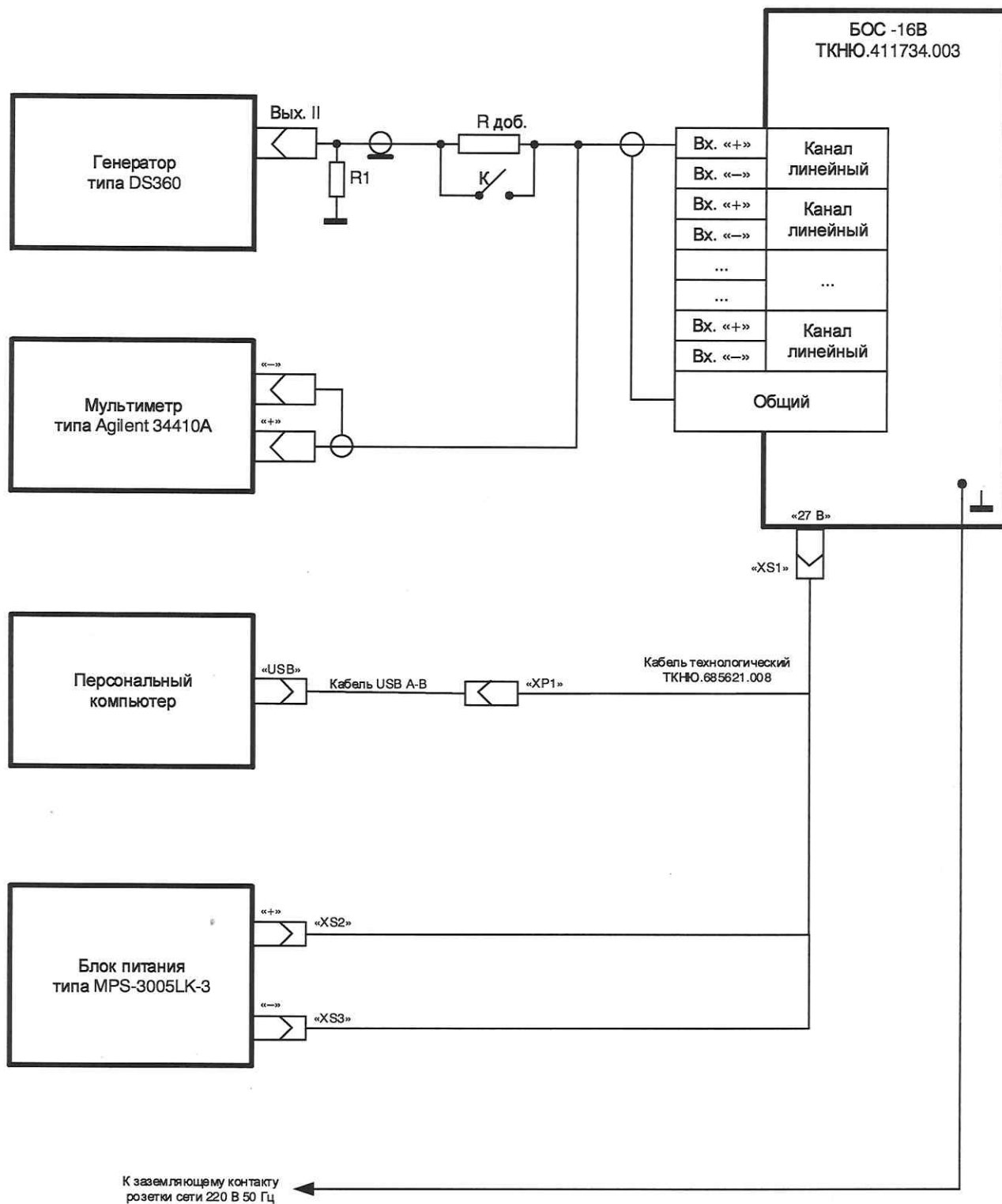


R1 — нагрузка 50 Ом

C1 — конденсатор K10-43a МПО 2000 пФ $\pm 1\%$

B1, B2 — сменный блок 9 В типа «VARTA»

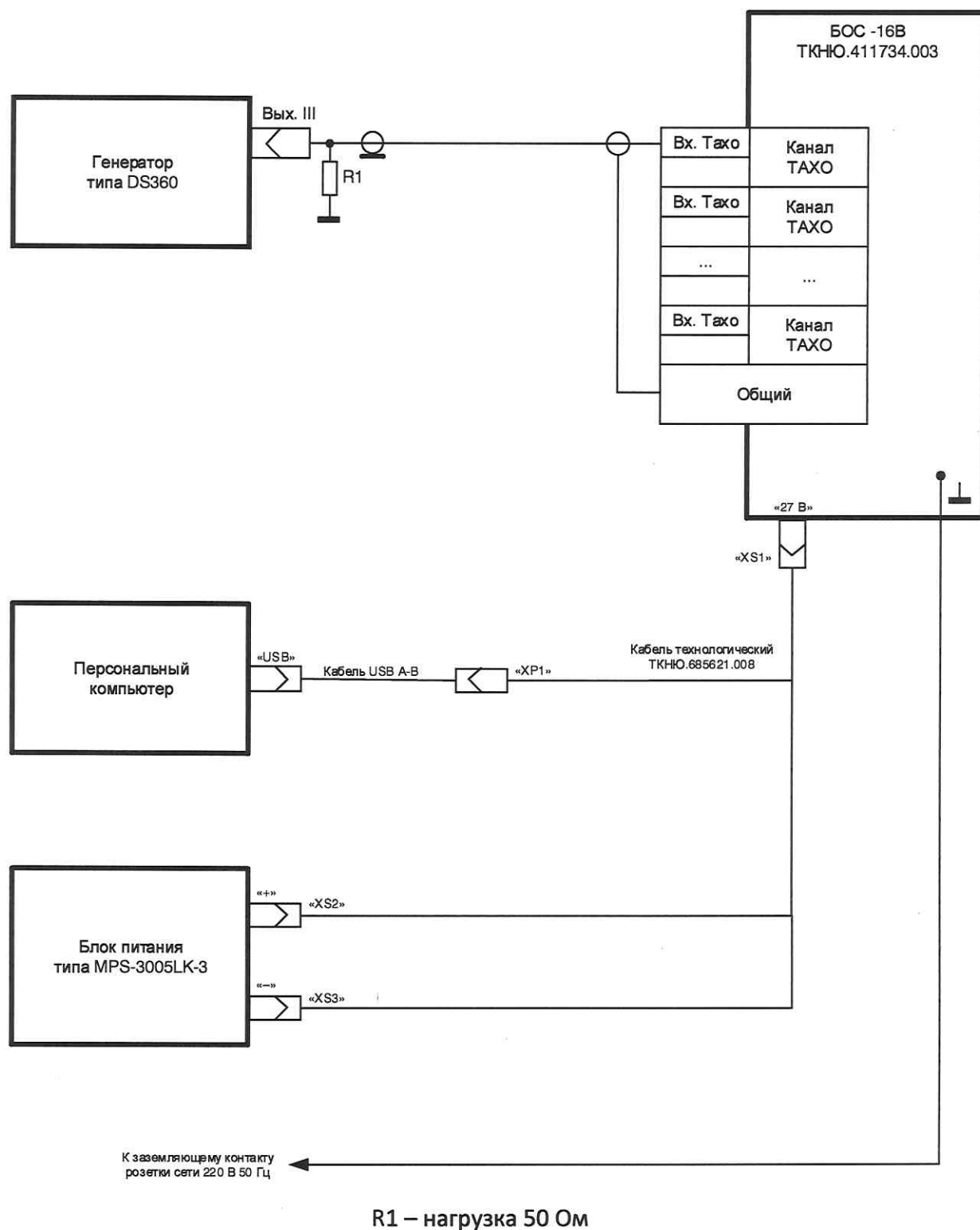
Рисунок А.7 — Схема испытаний для проверки диапазонов частот измерений линейного аналогового канала, определения неравномерности амплитудно-частотной характеристики, проверки диапазона измерений амплитуды переменного напряжения, определения основной относительной погрешности измерений напряжения



R1 — нагрузка 600 Ом

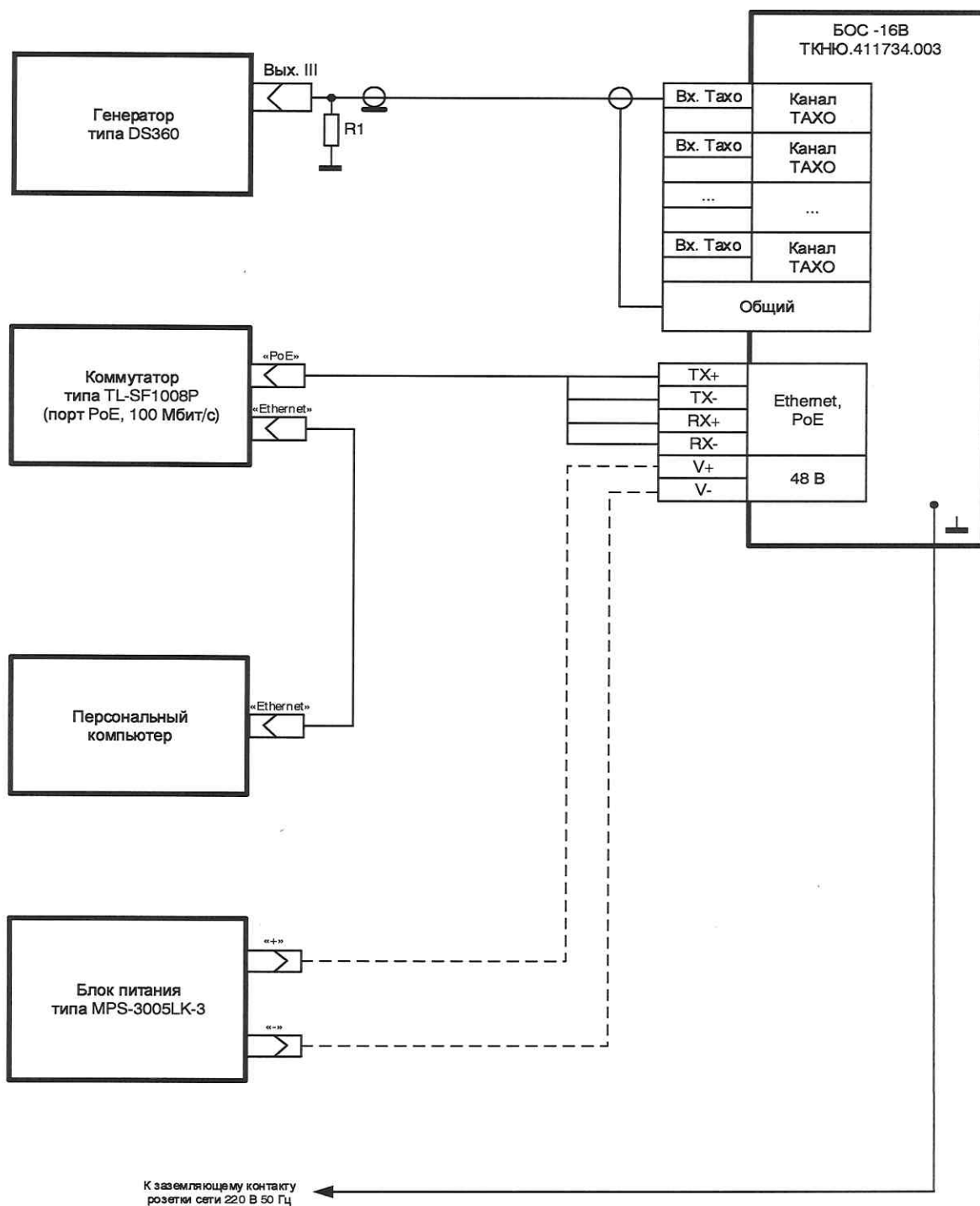
Rдоб. — резистор C2-29В-0,5 10 кОм $\pm 1\%$

Рисунок А.9 — Схема испытаний для проверки входного сопротивления канала измерений напряжения



а) для БОС-16В с напряжением питания 27 В

Рисунок А.10 — Схема испытаний для проверки диапазона измерений частоты и определения основной относительной погрешности измерений частоты (часть 1)

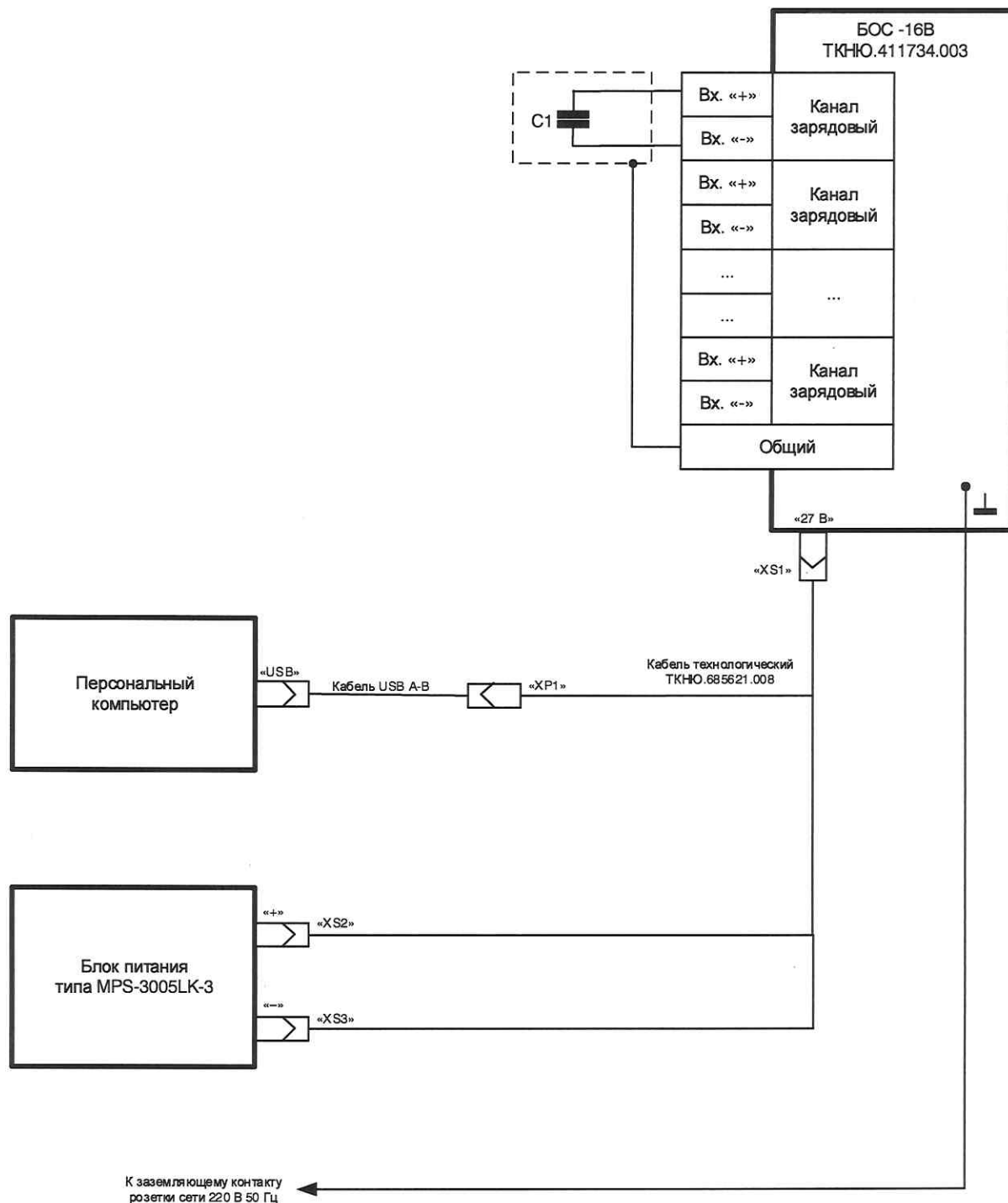


Блок питания подключать в случае подачи электропитания от внешнего источника питания 48 В.

R1 — нагрузка 50 Ом

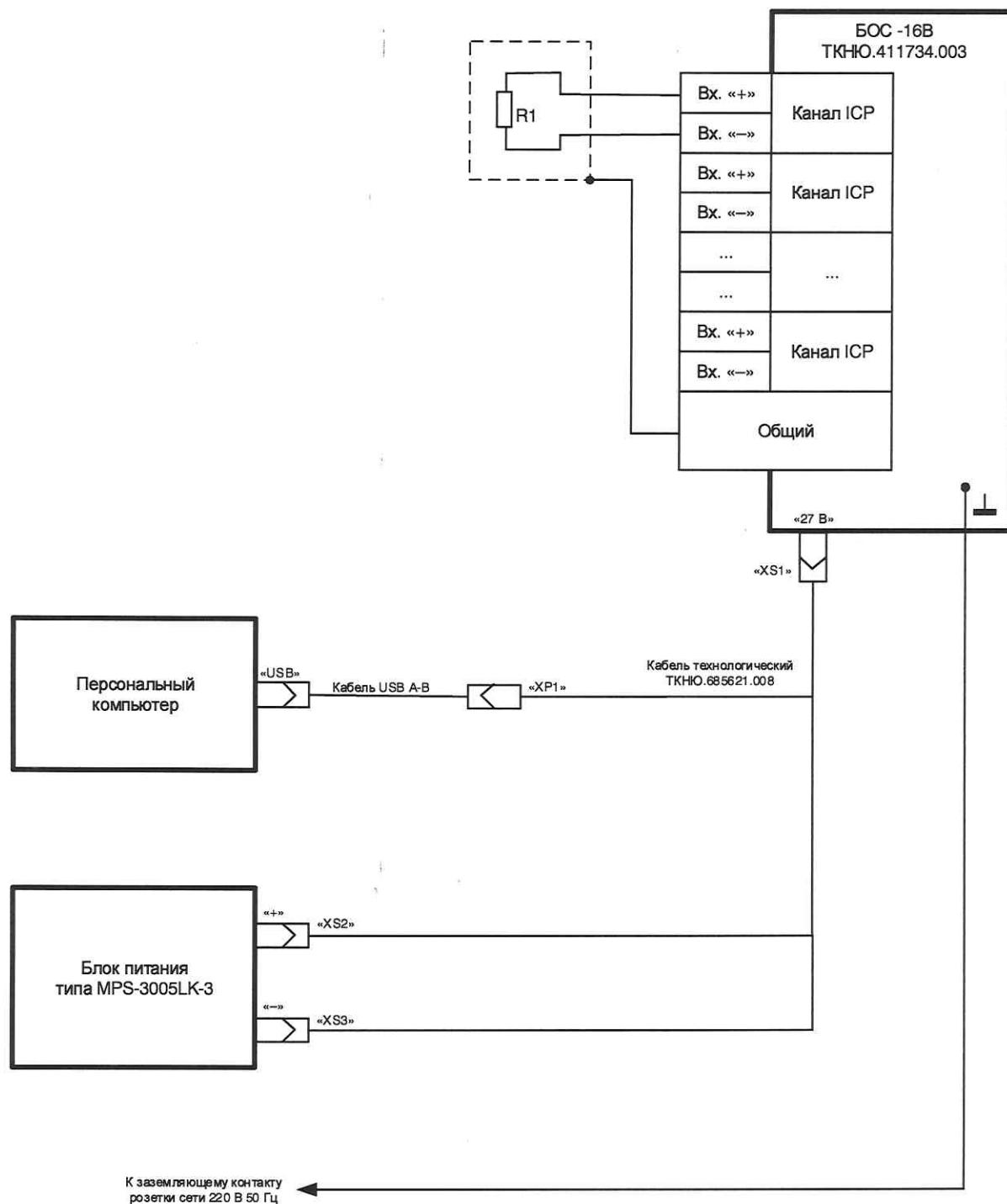
б) для БОС-16В с напряжением питания 48 В (PoE)

Рисунок А.10 — Схема испытаний для проверки диапазона измерений частоты и определения основной относительной погрешности измерений частоты (часть 2)



C1 — конденсатор К10-43а 344пФ $\pm 1\%$

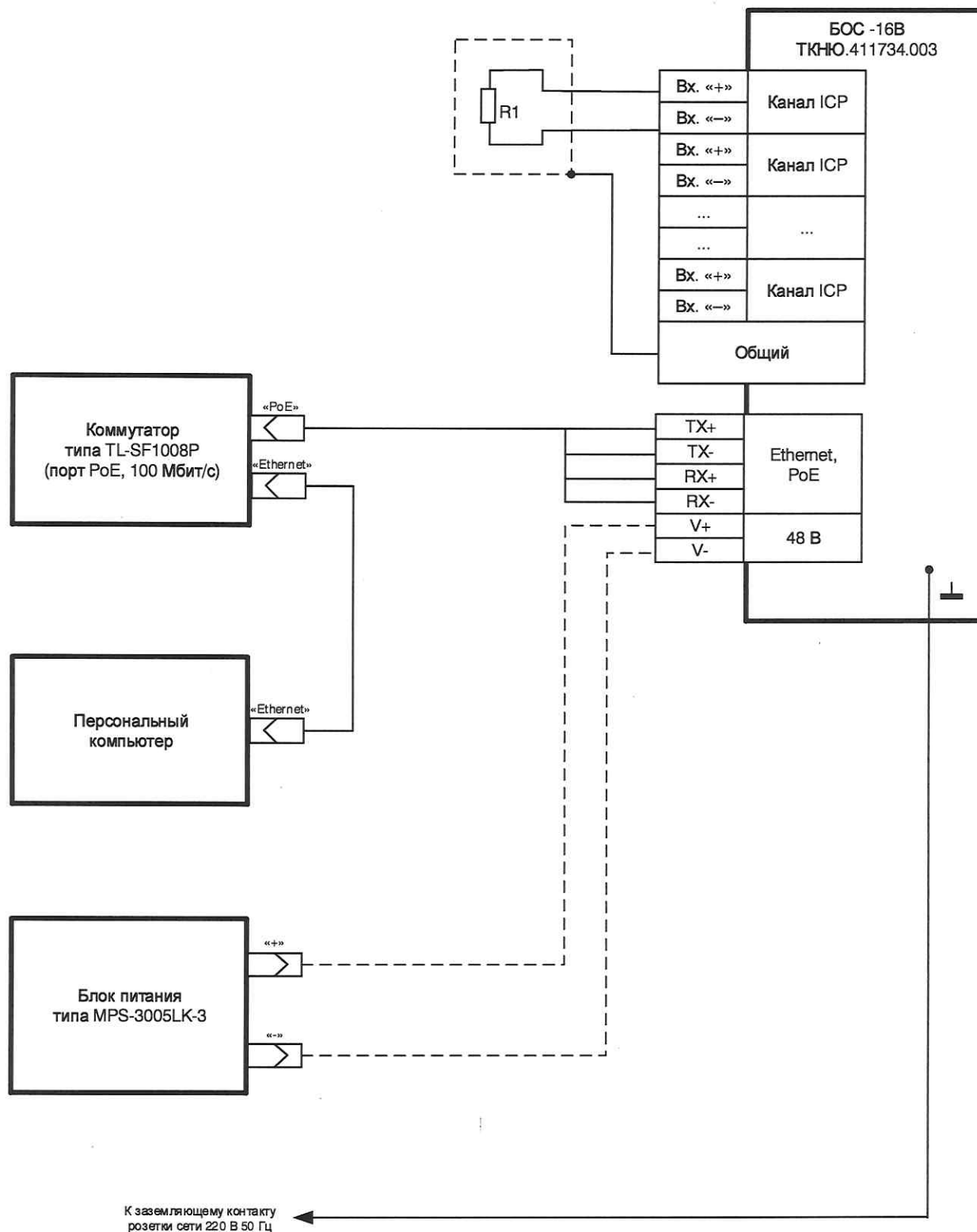
Рисунок А.11 — Схема испытаний для проверки уровня собственных шумов по зарядовому входу



R1 — резистор C2-29B-0,5 499 Ом $\pm 1\%$

а) для БОС-16В с напряжением питания 27 В

Рисунок А.12 — Схема испытаний для проверки уровня собственных шумов по ICP входу (часть 1)

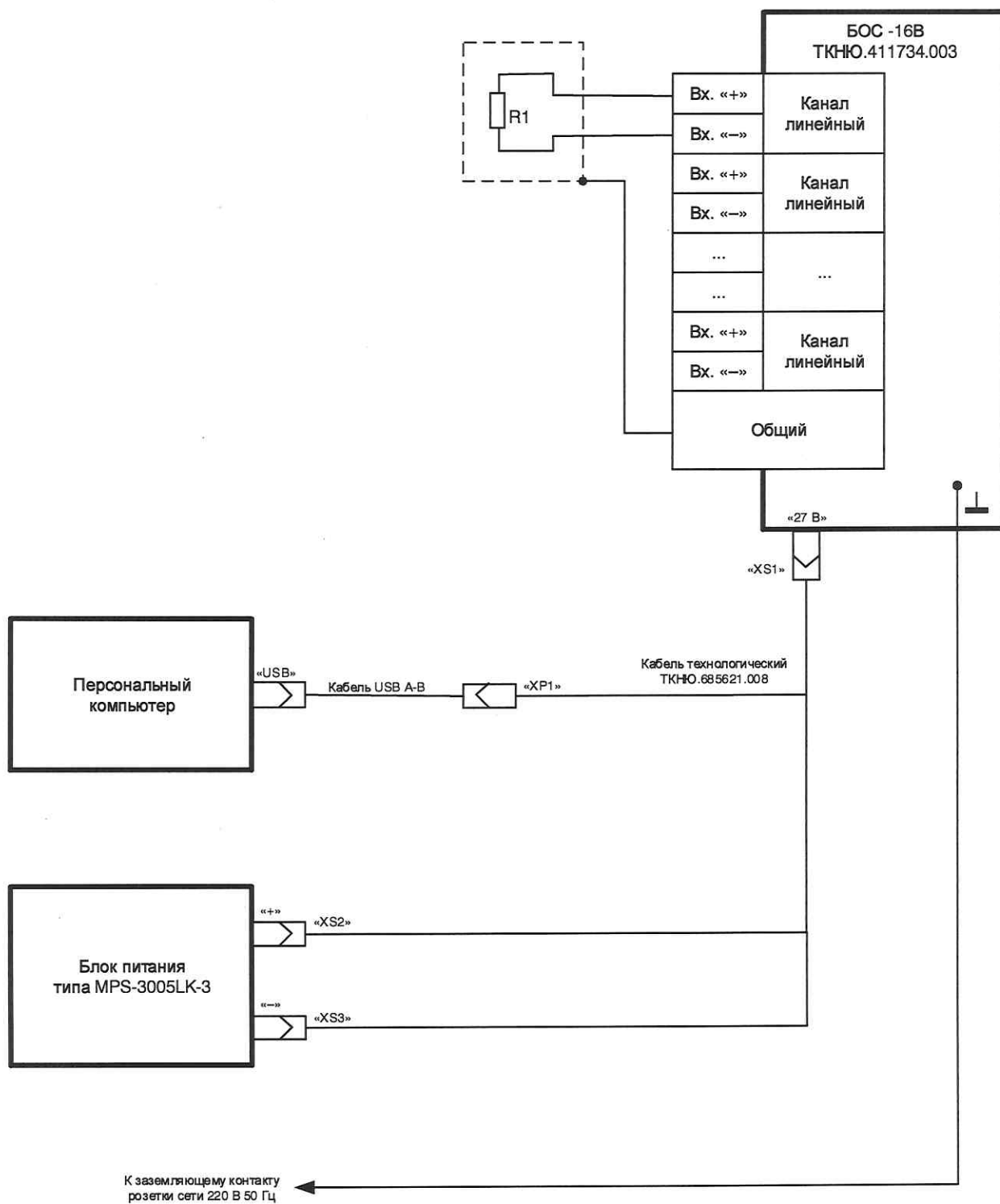


Блок питания подключать в случае подачи электропитания от внешнего источника питания 48 В.

R1 — резистор C2-29В-0,5 499 Ом $\pm$ 1 %

б) для БОС-16В с напряжением питания 48 В (PoE)

Рисунок А.12 — Схема испытаний для проверки уровня собственных шумов по ICP входу (часть 2)



R1 — резистор C2-29B-0,5 50 Ом $\pm 1\%$

Рисунок А.13 — Схема испытаний для проверки уровня собственных шумов по линейному входу