

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Республиканское унитарное предприятие
«Белорусский государственный институт метрологии»
Провайдер проверки квалификации поверочных, калибровочных
и испытательных лабораторий

БГЦА	BY/112 7.0001 ГОСТ ISO/IEC 17043
BSCA	



**Выписка из отчета
(окончательного)**
**о проведении тура программы проверки квалификации
BelGIM-PT-T-26-46-2023/2022**
**«Определение параметров безопасности
электрических устройств и установок»**

для участника под шифром _____
(шифр указан в сертификате участника)

Редакция 01

от 26.12.2023 г.

Координатор – ведущий инженер по метрологии научно-исследовательского отдела межлабораторных сличений БелГИМ

подпись

О.В. Василевич

ФИО

93, Старовиленский тракт,
220053, г. Минск
тел. (+375 17) 270 30 13
факс (+375 17) 270 30 12
e-mail: mls@belgim.by

Минск 2023

www.belgim.by
www.oei.by

Уважаемые коллеги!

Благодарим Вас за участие в организуемых нами программах проверки квалификации и надеемся на дальнейшее плодотворное сотрудничество.

Если какие-либо сведения, касающиеся Вашей лаборатории, являются некорректными, пожалуйста, свяжитесь с персоналом Провайдера.

Программа проверки квалификации реализована в соответствии с требованиями ГОСТ ISO/IEC 17043 [1].

1 Участники тура проверки квалификации

На участие в туре проверки квалификации (далее – ПК) подали заявки 56 лабораторий, 13 лабораторий по причинам, независящим от Провайдера, не приняли участие в данном туре ПК. В туре ПК приняли участие 43 лаборатории, выполняющие измерения параметров безопасности электрических устройств и установок.

2 Конфиденциальность информации

В целях обеспечения конфиденциальности информации, полученной от участников при реализации тура ПК, а также выводов, полученных по результатам ПК, каждому из участников присвоен буквенный (буквенно-цифровой) шифр.

При получении выписки из отчета о туре ПК, каждый участник информируется только о присвоенном ему шифре.

Ответственность за нарушение конфиденциальности несет координатор программы Провайдера.

Провайдер ПК не имеет права распространять информацию, полученную от участников, а также результаты и заключения, полученные участниками после выполнения тура ПК, без их разрешения.

3 Образец для проверки квалификации и измеряемые величины

3.1 Образец для проверки квалификации

В качестве образцов для ПК по электрофизическим измерениям использовались стенд для проведения электрофизических измерений ЩС-4 и стенд для измерений параметров автоматических выключателей ЩС-2 (рисунок 3.1 и 3.2), и территория БелГИМ (рисунок 3.3 и 3.4).



Рисунок 3.1 – Стенд для электрофизических измерений (ЩС-4)

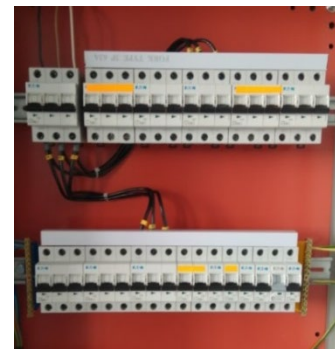


Рисунок 3.2 – Стенд для измерений параметров автоматических выключателей (ЩС-2)



Рисунок 3.3 – Расположение объекта для ПК на территории БелГИМ

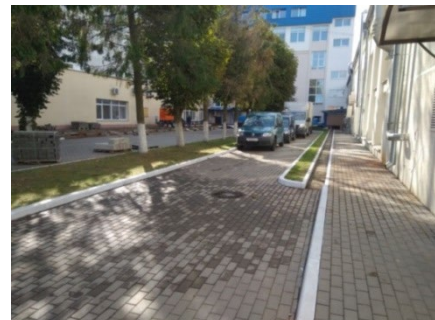


Рисунок 3.4 – Объект для проведения ПК

Стенд для проведения электрофизических измерений ЩС-4 и стенд для измерений параметров автоматических выключателей (далее – АВ) ЩС-2 в течение реализации тура ПК находятся в подразделении БелГИМ по адресу: Долгиновский тракт, 39, г. Минск (комн. 410, научно-исследовательский отдел межлабораторных сличений БелГИМ), в условиях препятствующих их повреждению и нарушению стабильности определяемых показателей.

Площадка для электрофизических измерений, расположена на территории БелГИМ по адресу: Старовиленский тракт, 93, г. Минск (площадка между корпусом 1 и 2).

3.2 Измеряемые величины

Участники программы ПК согласно своим заявкам проводили:

- измерения сопротивления изоляции, МОм;
- проверку цепи «фаза-нуль»;
- проверку работоспособности УЗО: отключающий дифференциальный ток, mA; время отключения устройств защитного отключения (УЗО), мс; ток утечки, mA;
- определение переходного сопротивления контактного соединения заземляющего проводника с оборудованием, Ом (проверку соединений заземлителей с заземляемыми элементами (наличие цепи));
- измерение сопротивления заземляющего устройства (измерение сопротивления заземляющего устройства с учетом поправочного коэффициента);
- измерение удельного сопротивления грунта;
- измерение времени срабатывания тока перегрузки АВ при кратности испытательного тока 2,55, с;
- измерений тока срабатывания электромагнитного расцепителя АВ, А.

4 Результаты измерений участников

4.1 Порядок проведения измерений

Участники тура ПК при проведении измерений использовали методы, применяемые ими в своей повседневной деятельности, а также Инструкцию для участников по выполнению измерений и представлению результатов измерений.

При проведении испытаний участниками использовалось измерительное оборудование, (указывалось в протоколах участников), представленное в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Оборудование, используемое участниками при проведении измерений

Шифр участника	Наименование и тип измерительного оборудования
G, K, U, AM, AS, AW	ИФН-200
A, L, Q, AB, AD, AP, AU, AV	ИФН-300
W	MZC-300
J, I, X, AB, AF, AR	EP-180
F, U, AF, AS	E6-24
K, L, Q, V, AD, AJ, AO, AU, AV, AW	E6-31
A, AK, AQ	E6-32
G, I, R, AM, AR	ЭС0202/2-Г
F, U, AF	ЭС0212
AM	ПЗО-500
K, AF, AS	ПЗО-500 ПРО
Q, AK, AO, AQ, AU, AV	ПЗО-510
I, X, AD	MRP-200
V	MRP-120
AT	MRU-200
D	MPI-505
X	Megger MIT-525

Окончание таблицы 4.1

Шифр участника	Наименование и тип измерительного оборудования
W, AX	BEL-MRP-1
W	BEL-MRU-4
U	BEL-MZC-2
АН	Metrel MI3102H
I, K, U, R, AF, AS, AW	ИС-10
A, Q, S, AD, AJ, AU, AV	ИС-20
V, AK, AO	ИС-20/1
AL	Ф4101
D, N	Ф4103
D, G, X, AR	Ф4103-М1
AB	ПСИ-2500
I, AO, AY, AZ	Сатурн-М
AC	Сатурн-М1
BA, BC, BD	Сатурн-М3
BB	УПТР-3МЦ
X, R, AQ	Секундомер электронный Интеграл С-01
A, AM	Секундомер механический СОСпр
U	МІС-2505
AR	Рулетка измерительная металлическая 3 м
A	Рулетка измерительная металлическая V16
AW	Лента измерительная эталонная
R	P20H2K

4.2 Результаты измерений, предоставленные участниками

Результаты измерений участники оформляли протоколами испытаний/измерений. Представленные участниками результаты измерений сведены в таблицы А.1 – А.3 Приложения А.

Примечание 1. Участник под шифром U провел измерения двумя средствами измерений, следовательно, он рассматривается как участник под шифрами U1 и U2.

4.3 Анализ протоколов испытаний/измерений, предоставленных участниками

Результаты анализа протоколов испытаний/измерений предоставленных участниками тура сличений приведены в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Результаты анализа испытаний/измерений, предоставленных участниками тура сличений

Шифр участника	Выявленные замечания	Примечание
I	В представленном бюджете неопределённости неправильно указал среднее значение результатов измерений сопротивления изоляции.	
D, AN	При проведении измерений времени отключения УЗО, не установили на применяемом приборе номинальное значение АВ	Необходимо повторно провести измерения
AF		Участник использовал при определении переходного сопротивления контактного соединения заземляющего проводника с оборудованием ЭС0212, следовательно, в статистическом анализе результат измерения учитывается как значение равное 0,05.
AR	Некорректное считывание показаний с используемого прибора при определении значения сопротивления изоляции	Рекомендуется фиксировать результат измерения сопротивления изоляции к оцифрованному значению, к которому расположено стрелки прибора максимально приближено.
U	Некорректное считывание показаний с используемого прибора при определении переходного сопротивления контактного соединения заземляющего проводника	Участник использовал ЭС0212, где диапазон измерений от 0,05 до 20 Ом. От 0 до 0,05 Ом шкала ЭС0212 не нормирована.

5 Статистический анализ данных и оценивание характеристик функционирования участников

Статистический анализ полученных в туре ПК данных производился в соответствии с требованиями [1, 2].

В данном туре ПК измеряемая величина «проверка соединений заземлителей с заземляемыми элементами (наличие цепи)» не подвергалась статистической обработке, а функционирование участников оценивалось в соответствии с рекомендациями п. В.3.2 [1] для качественных и полуколичественных результатов.

Участники под шифрами G, I, R, AM, AR провели измерения сопротивления изоляции аналоговым средством измерений ЭС0202/2-Г, остальные участники использовали цифровые средства измерений, следовательно, экспертом по статистике результаты измерений были объединены в одну группу.

По согласованию с координатором и техническим экспертом было принято, что в статистическом анализе будет участвовать параметр «L-N» измеряемой величины «сопротивления изоляции».

5.1 Стандартное отклонение для оценки квалификации

Стандартное отклонение для оценки квалификации для измеряемых величин «минимальный отключающий дифференциальный ток» и «отключающий дифференциальный ток УЗО при включенном потребителе» определялось в соответствии с п. 8.2 [2], как значение, принятое экспертами, определённое с учетом допускаемой погрешности средства измерений, применяемого участником (-ами) имеющего максимальную погрешность. В данном туре максимальную погрешность имеет BEL-MRP-1, где $\Delta = \pm (8 \% \cdot X)$, где X – робастное среднее значение, таблица 5.2).

Стандартное отклонение для оценки квалификации для остальных измеряемых величин указанных определялись на основании данных, полученных в туре ПК от участников, в соответствии с п. 8.6 [2]. Следовательно, стандартное отклонение для оценки квалификации принимается как робастное стандартное отклонение результатов, заявленных всеми участниками тура - s^* .

Стандартные отклонения для оценки квалификации для измеряемых величин представлены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Стандартные отклонения для оценки квалификации

5.2 Приписанные значения, их неопределенность

Измеряемые величины	Стандартное отклонение для оценки квалификации	
Сопrotивление цепи «фаза-нуль» Z_{L-N} , Ом	0,06	
Время отключения УЗО $I_{\Delta} = I_{\Delta n}$, мс	14,7	
Минимальный отключающий дифференциальный ток УЗО, мА	0,6	
Отключающий дифференциальный ток УЗО при включенном потребителе, мА	0,4	
Переходное сопротивление контактного соединения заземляющего проводника РЕ до дверцы ЩС-4, Ом	0,010	
Сопrotивления изоляции L-N, МОм	0,17	
Удельного сопротивления грунта, Ом·м	80,7	
Сопrotивление заземляющего устройства, Ом	0,6	
Сопrotивление заземляющего устройства с учетом поправочного коэффициента, Ом	1,0	
Ток срабатывания электромагнитного расцепителя, А	А	10,64
	В	11,42
	С	6,26
Время срабатывания тока перегрузки, с	А	3,63
	В	2,72
	С	4,04

Приписанные значения и связанные с ними неопределенности измерений для всех измеряемых в данном туре ПК величин определялись как согласованные значения, рассчитанные согласно п. 7.7 [2] на основании полученных участниками результатов измерений, в связи со следующими обстоятельствами:

- отсутствует возможность привлечения лабораторий, которые могут обоснованно считаться экспертными в данной области измерений, что не позволяет провести определение приписанных значений способом, предусмотренным [2] (п. 7.5);
- отсутствует возможность определения приписанных значений способами, предусмотренными [2] (пп. 7.3 – 7.5) для образцов для ПК (п.6.1).

В соответствии с подходом (п. 7.7 [2]) приписанным значением X измеряемой в туре ПК величины является робастное среднее значение результатов x^* , представленных всеми участниками в туре ПК.

Приписанное значение для измеряемой величины «проверка соединений заземлителей с заземляемыми элементами (наличие цепи)» определяется как мода результатов испытаний, предоставленных участниками, согласно п. 11.3.5 [2].

Приписанные значения и соответствующие им неопределенности измерения представлены в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Робастные характеристики, приписанные значения и неопределенности приписанных значений измеряемых величин

Измеряемые величины	$x^* = X$	s^*	$u(X)$	$U(X)$	
Сопrotивление цепи «фаза-нуль» Z_{L-N} , Ом	0,56	0,06	0,02	0,04	
Время отключения УЗО $I\Delta = I\Delta_n$, мс	135,0	14,7	4,3	8,6	
Минимальный отключающий дифференциальный ток УЗО, мА	7,7	0,3	0,1	0,2	
Отключающий дифференциальный ток УЗО при включенном потребителе, мА	4,5	0,0	0,0	0,0	
Проверка соединений заземлителей с заземляемыми элементами (наличие цепи)	Да	-	-	-	
Переходное сопротивление контактного соединения заземляющего проводника РЕ до дверцы ЩС-4, Ом	0,014	0,010	0,003	0,006	
Сопrotивления изоляции L-N, МОм	3,32	0,17	0,04	0,08	
Удельного сопротивления грунта, Ом·м	434,5	80,7	22,6	45,2	
Сопrotивление заземляющего устройства, Ом	12,8	0,6	0,2	0,4	
Сопrotивление заземляющего устройства с учетом поправочного коэффициента, Ом	20,5	1,0	0,3	0,6	
Ток срабатывания электромагнитного расцепителя, А	A	113,29	10,64	4,43	8,86
	B	111,23	11,42	4,76	9,52
	C	110,84	6,26	2,61	5,22
Время срабатывания тока перегрузки, с	A	18,67	3,63	1,60	3,20
	B	18,49	2,72	1,20	2,40
	C	19,34	4,04	1,79	3,58

Примечание – Условными обозначениями в таблице 5.2 являются:

x^* – робастное среднее значение;

X – приписанное значение;

s^* – робастное стандартное отклонение;

$\hat{\sigma}$ – стандартное отклонение для оценки квалификации

$u(X)$ – стандартная неопределенность приписанного значения;

$U(X)$ – расширенная неопределенность приписанного значения.

5.3 Оценивание характеристик функционирования

5.3.1 В данном туре ПК оценка характеристик функционирования участников для измеряемой величины «проверка соединений заземлителей с заземляемыми элементами (наличие цепи)» проводилась по следующим критериям:

- характеристика функционирования участника тура ПК, признается удовлетворительной, если полученный участником результат совпадает с приписанным значением (таблица 5.2);

- характеристика функционирования участника тура ПК, признается неудовлетворительной, если полученный участником результат не совпадает с приписанным значением (таблица 5.2).

5.3.2 Оценивание характеристик функционирования участников проводилось с применением статистик z и z' , которые вычисляются в соответствии с п. 9.4 и 9.5 [2].

Значения количественных показателей z и z' рассчитаны для каждого участника и представлены в таблицах А.4 – А.6 Приложения А.

Рассчитанные значения количественных показателей z и z' сравнивались с критическими значениями следующим образом:

– $|z| \leq 2,0$, ($|z'| \leq 2,0$) указывает на «удовлетворительное» функционирование и не требует принятия мер;

– $2,0 < |z| < 3,0$, ($2,0 < |z'| < 3,0$) указывает на «сомнительное» функционирование;

– $|z| \geq 3,0, (|z'| \geq 3,0)$ указывает на «неудовлетворительное» функционирование и требует принятия корректирующих мер.

5.3.3 Результаты анализа таблиц А.4 – А.6 Приложения А приведены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Результаты анализа показателей z и z'

Измеряемые величины	Шифр участника	
	$2,0 < z, z' < 3,0$	$ z, z' \geq 3,0$
Время отключения УЗО $I_{\Delta} = I_{\Delta n}$	-	D, AN
Минимальный отключающий дифференциальный ток УЗО	-	AN
Отключающий дифференциальный ток УЗО при включенном потребителе	-	AN
Переходное сопротивление контактного соединения заземляющего проводника РЕ до дверцы ЩС-4	-	AF, AR
Сопротивления изоляции L-N	-	I
Удельного сопротивление грунта	-	Q
Сопротивление заземляющего устройства	K	-
Сопротивление заземляющего устройства с учетом поправочного коэффициента	K	-
Ток срабатывания электромагнитного расцепителя	C	BB
Примечание – Характеристика функционирования участника под шифром AF при определении переходного сопротивления контактного соединения заземляющего проводника, в соответствии со статистическим анализом определена как неудовлетворительная. По согласованию с координатором и техническим экспертом, было принято решение признать результаты измерений переходного сопротивления как удовлетворительный, т.к. участник применял аналоговое средство измерений ЭС0212 и результаты измерений участников, приведенные в таблице Б.1 Приложение Б, не превышают нормированного значения (не более 0,05 Ом), указанного в п. Б.29.2 [6].		

У всех остальных участников и для всех измеряемых величин, значения количественных показателей z и z' не превышают границ регулирования ($|z| \leq 2,0$).

5.3.4 При определении наличия цепи, в соответствии с критериями, описанными в п. 5.3.1, все участники:

- получили результаты испытаний, совпадающие с приписанным значением;
- обнаружили наличие цепи на стенде для электрофизических измерений.

Заключение

Участникам под шифрами I, D, AN, AF, AR и U необходимо обратить внимание на результаты анализа протоколов испытаний/измерений (п. 4.3).

На основании статистического анализа полученных участниками результатов измерений проведена сравнительная оценка результатов измерений и оценивание функционирования участников тура программы ПК с помощью количественных показателей z и z' (таблицы А.4-А.6 Приложения А) и критериев описанных в п. 5.3.1.

По результатам сравнительной оценки результатов измерений и оценивания функционирования участников сделан вывод о том, что:

- характеристики функционирования в соответствии с **таблицей 5.3**, признаются удовлетворительными у участников, у которых значение количественного показателя z не превысило предупреждающую границу ($|z| \leq 2,0$);

- характеристики функционирования в соответствии с **таблицей 5.3**, признаются сомнительными у участников, у которых значение количественного показателя z превысило предупреждающие границы, но не превысило границы действия ($2,0 < |z| < 3,0$);

- характеристики функционирования в соответствии с **таблицей 5.3**, признаются неудовлетворительными у участников, у которых значение количественного показателя z превысило границу действия ($|z| \geq 3,0$).

Обращаем внимание участников, получивших сомнительные и/или неудовлетворительные характеристики функционирования (в соответствии с таблицей 5.3), что один сомнительный/неудовлетворительный результат в одном туре программы ПК может отражать результат случайного отклонения от нормального функционирования лаборатории. На основании такого результата не стоит делать поспешных выводов относительно функционирования лаборатории. Участникам рекомендуется принять участие в следующем туре проверки квалификации, либо провести повторные измерения, предварительно согласовав время и дату проведения повторных измерений с координатором программы.

Для подтверждения способности постоянно получать достоверные результаты измерений, при проведении испытаний по определению параметров безопасности электрических устройств и установок, всем участникам **рекомендуется** не менее чем один раз в три года, принимать участие в турах ПК данной программы.

Библиография

[1] ГОСТ ISO/IEC 17043-2013 «Оценка соответствия. Основные требования к проведению проверки квалификации».

[2] СТБ ISO 13528-2020 «Статистические методы, применяемые при проверке квалификации лабораторий посредством межлабораторных сличений».

[3] ТКП 181-2009 (02230) «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей».

Приложение А
(обязательное)

**Результаты измерений участников тура проверки квалификации BelGIM-PT-T-26-46-2023/2022 программы
«Определение параметров безопасности электрических устройств и установок»**

Таблица А.1 – Результаты испытаний цепи «фаза-нуль» и результаты проверки работоспособности УЗО

Шифр участника	Сопротивление цепи «фаза-нуль» Z_{L-N} , Ом		Время отключения УЗО $I\Delta = I\Delta_n$, мс		Минимальный отключающий дифференциальный ток УЗО, мА		Отключающий дифференциальный ток УЗО при включенном потребителе, мА	
	x	U(x)	x	U(x)	x	U(x)	x	U(x)
A	0,563	-	-	-	-	-	-	-
D	0,60	-	80	-	7,7	-	4,4	-
G	0,65	-	-	-	-	-	-	-
I	0,637	0,183	123,687	3,267	6,800	0,589	3,900	0,589
J	0,47	-	-	-	-	-	-	-
K	0,58	0,01	157	6	7,5	0,1	4,5	0,1
L	0,57	0,067	-	-	-	-	-	-
Q	0,55	0,07	137	6	8	1	-	-
U1	0,61	0,04	-	-	-	-	-	-
U2	0,63	0,04	-	-	-	-	-	-
V	-	-	118	-	7,4	-	4,5	-
W	0,6	-	146	-	7,7	-	4,9	-
X	0,46	0,198	128	4,156	7,4	0,4793	4,5	-
AB	0,513	1,157	-	-	-	-	-	-
AD	0,55	0,01	127,6	4,2	7,4	0,6	4,5	0,6
AF	0,477	-	157	-	8	-	4,5	-
AH	-	-	135,37	-	7,5	-	4,5	-
AK	0,5	-	136,7	-	7,67	-	4,5	-
AN	0,593	-	27,7	-	18,7	-	22,5	-
AO	0,513	-	136,3	-	7,7	-	4,47	-
AP	0,57	-	-	-	-	-	-	-
AQ	-	-	136	-	8,0	-	4,5	-
AR	0,47	-	-	-	-	-	-	-
AS	0,577	-	147	-	7,83	-	4,5	-

Шифр участника	Сопротивление цепи «фаза-нуль» Z_{L-N} , Ом		Время отключения УЗО $I\Delta = I\Delta_n$, мс		Минимальный отключающий дифференциальный ток УЗО, мА		Отключающий дифференциальный ток УЗО при включенном потребителе, мА	
	х	U(x)	х	U(x)	х	U(x)	х	U(x)
AU	0,637	-	136	-	8,0	-	4,5	-
AV	0,61	-	137	-	8	-	5	-
AW	0,557	-	-	-	-	-	-	-
AX	-	-	146	-	7,7	-	4,9	-

Таблица А.2 – Результаты определения переходного сопротивления контактного соединения заземляющего проводника (проверка соединений заземлителей с заземляемыми элементами (наличие цепи)), измерений сопротивления изоляции, сопротивления заземляющего устройства и удельного сопротивления грунта

Шифр участника	Наличие цепи (Да/Нет)	Переходное сопротивление контактного соединения заземляющего проводника РЕ до дверцы ЩС-4, Ом		Измеренное значение сопротивления изоляции L -N, МОм		Удельное сопротивление грунта, Ом·м		Измеренное сопротивление заземляющего устройства, Ом		Сопротивление заземляющего устройства с учетом поправочного коэффициента, Ом	
		х	U(x)	х	U(x)	х	U(x)	х	U(x)	х	U(x)
A	да	0,017	-	3,26	-	402	-	13,1	-	20,96	-
D	да	0,02	-	3,233	-	464,7	-	14,0	-	22,4	-
F	да	-	-	3,49	-	-	-	-	-	-	-
G	да	0,007	-	3	-	-	-	13,5	-	21,6	-
I	да	0,000116	0,000074	3,982	0,012	442,193	1,396	12,057	0,076	19,5	-
K	да	0,009	0,001	3,26	0,01	341	-	11,2	-	17,9	1,6
L	да	0,01	0,036	3,27	3,58	-	-	-	-	-	-
N	-	-	-	-	-	527,52	3,04	-	-	-	-
Q	да	0,024	0,008	3,25	0,15	184,2	20,2	11,73	-	18,8	0,7
R	-	-	-	3	1,14	367	-	13,2	0,696	21,12	-
S	да	0,009	-	-	-	508	-	13,17	-	21,08	-
U1	да	0,01	0,003	3,48	0,18	574	9,91	13,1	0,8	-	-
U2	-	-	-	3,43	0,16	-	-	-	-	-	-
V	да	0,004	-	3,28	-	-	-	-	-	-	-
W	да	0,02	-	-	-	430	-	13,35	-	21,36	-

Шифр участника	Наличие цепи (Да/Нет)	Переходное сопротивление контактного соединения заземляющего проводника РЕ до дверцы ЩС-4, Ом		Измеренное значение сопротивления изоляции L-N, МОм		Удельное сопротивление грунта, Ом·м		Измеренное сопротивление заземляющего устройства, Ом		Сопротивление заземляющего устройства с учетом поправочного коэффициента, Ом	
		x	U(x)	x	U(x)	x	U(x)	x	U(x)	x	U(x)
X	да	0,01	0,0148	3,29	0,2332	450	-	12,1	1,64	19,36	-
AB	да	0,033	0,037	3,24	0,15	-	-	-	-	-	-
AD	да	0,010	0,006	3,28	0,01	455	1,18	12,7	-	20,32	0,62
AF	да	< 0,05	-	3,573	-	326,7	-	12,4	-	19,84	-
AJ	-	-	-	3,32	0,15	-	-	12,67	0,50	20,27	-
AK	да	0,0087	-	3,253	-	473,7	-	12,9	-	20,6	-
AL	-	-	-	3,53	0,029	-	-	-	-	-	-
AM	-	-	-	3,0	1,1	-	-	-	-	-	-
AN	да	0,023	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AO	да	0,01	-	3,27	-	420	-	13,9	-	22,24	-
AQ	-	-	-	3,26	-	-	-	-	-	-	-
AR	да	0,137	-	3,5	-	326,56	-	13,0	-	20,8	-
AS	да	0,01	-	3,577	-	432	-	12,83	-	20,5	-
AT	-	-	-	-	-	538	-	12,803	-	20,49	-
AU	да	0,004	-	3,273	-	461	-	12,6	-	20,16	-
AV	да	0,0183	-	3,273	-	455,3	-	12,73	-	20,37	-
AW	-	-	-	3,26	-	-	-	12,83	-	20,6	-

Таблица А.3 – Результаты измерений АВ участников

Шифр участника	Измеряемые величины/образцы											
	Ток срабатывания электромагнитного расцепителя АВ PL6-D10/3, А						Время срабатывания тока перегрузки АВ PL6-C16/3, с					
	А		В		С		А		В		С	
	x	U(x)	x	U(x)	x	U(x)	x	U(x)	x	U(x)	x	U(x)
AC	119	3,98	108	1,14	110	2,56	19,0	2,52	21,1	3,38	19,0	2,52
AO	104,77	-	105,87	-	106,33	-	13,43	-	17,37	-	13,73	-

I	118,669	0,0012	114,335	0,0012	107,669	0,0012	15,068	0,100	15,334	0,100	15,668	0,100
AY	106,73	0,87	103,10	1,53	106,6	0,84	20,1	0,15	19,1	0,12	20,7	0,16
AZ	104	9,25	100	8,6	103	8,64	18,0	0,747	17,3	0,565	18,7	1,502
BA	113,3		109,7		114,3		22,4		18,5		21,7	
BC	127	2	128	3	116	3	18,9	1,1	16,5	1,3	19,9	1,5
BD	101,8	1,88	105,1	2,03	113,4	2,12	-	-	-	-	-	-
BE	124,3	14,7	127,0	13,5	129,0	12,7	22,5	1,5	23,1	2,3	25,3	2,3

Таблица А.4 – Значения количественных показателей z

Шифр участника	Сопротивление цепи «фаза-нуль»	Время отключения УЗО $I_{\Delta} = I_{\Delta n}$	Минимальный отключающий дифференциальный ток УЗО	Отключающий дифференциальный ток УЗО при включенном потребителе
A	0,0	-	-	-
D	0,7	-3,7	0,0	-0,2
G	1,5	-	-	-
I	1,3	-0,8	-1,5	-1,5
J	-1,5	-	-	-
K	0,3	1,5	-0,3	0,0
L	0,2	-	-	-
Q	-0,2	0,1	0,5	-
U1	0,8	-	-	-
U2	1,2	-	-	-
V	-	-1,2	-0,5	0,0
W	0,7	0,7	0,0	1,0
X	-1,7	-0,5	-0,5	0,0
AB	-0,8	-	-	-
AD	-0,2	-0,5	-0,5	0,0
AF	-1,4	1,5	0,5	0,0
AH	-	0,0	-0,3	0,0
AK	-1,0	0,1	0,0	0,0
AN	0,5	-7,3	17,9	45,0
AO	-0,8	0,1	0,0	-0,1
AP	0,2	-	-	-
AQ	-	0,1	0,5	0,0
AR	-1,5	-	-	-
AS	0,3	0,8	0,2	0,0
AU	1,3	0,1	0,5	0,0
AV	0,8	0,1	0,5	1,3
AW	-0,1	-	-	-
AX	-	0,7	0,0	1,0

Таблица А.5 – Значения количественных показателей z и z'

Шифр участника	Ток срабатывания электромагнитного расцепителя АВ PL6-D10/3			Время срабатывания тока перегрузки АВ PL6-C16/3		
	A	B	C	A	B	C
AC	0,5	-0,3	-0,1	0,1	0,9	-0,1
AO	-0,7	-0,4	-0,7	-1,3	-0,4	-1,3
I	0,5	0,3	-0,5	-0,9	-1,1	-0,8
AY	-0,6	-0,7	-0,6	0,4	0,2	0,3
AZ	-0,8	-0,9	-1,2	-0,2	-0,4	-0,1
BA	0,0	-0,1	0,5	0,9	0,0	0,5
BB	1,0	1,3	2,7	1,0	1,6	1,3
BC	1,2	1,4	0,8	0,1	-0,7	0,1
BD	-1,0	-0,5	0,4	-	-	-

Таблица А.6 – Значения количественных показателей z'

Шифр участника	Переходное сопротивление контактного соединения заземляющего проводника РЕ до дверцы ЩС-1	Сопротивления изоляции L-N	Удельное сопротивление грунта	Сопротивление заземляющего устройства	Сопротивление заземляющего устройства с учетом поправочного коэффициента
A	0,3	-0,4	-0,4	0,5	0,5
D	0,6	-0,5	0,4	2,0	1,9
F	-	1,0	-	-	-
G	-0,7	-1,9	-	1,2	1,1
I	-1,4	4,0	0,1	-1,2	-1,0
K	-0,5	-0,4	-1,2	-2,7	-2,6
L	-0,4	-0,3	-	-	-
N	-	-	1,2	-	-
Q	1,0	-0,4	-3,1	-1,8	-1,7
R	-	-1,9	-0,8	0,7	0,6
S	-0,5	-	0,9	0,6	0,6
U1	-0,4	0,9	1,7	0,5	-
U2	-	0,6	-	-	-
V	-1,0	-0,2	-	-	-
W	0,6	-	-0,1	0,9	0,9
X	-0,4	-0,2	0,2	-1,2	-1,1
AB	1,9	-0,5	-	-	-
AD	-0,4	-0,2	0,3	-0,2	-0,2
AF	3,6	1,5	-1,3	-0,7	-0,7
AJ	-	0,0	-	-0,2	-0,2
AK	-0,5	-0,4	0,5	0,2	0,1
AL	-	1,2	-	-	-
AM	-	-1,9	-	-	-
AN	0,9	-	-	-	-
AO	-0,4	-0,3	-0,2	1,8	1,7
AQ	-	-0,4	-	-	-
AR	12,3	1,1	-1,3	0,3	0,3
AS	-0,4	1,5	0,0	0,0	0,0
AT	-	-	1,3	0,0	0,0
AU	-1,0	-0,3	0,3	-0,3	-0,3
AV	0,4	-0,3	0,3	-0,1	-0,1
AW	-	-0,4	-	0,0	0,1