



Регистратор частичных разрядов

Filter-PD

Руководство по эксплуатации

ВЦ.411729.082 РЭ

г. Пермь

Оглавление

1.	УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ.....	3
2.	ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ РЕГИСТРАТОРА	4
2.1	Назначение.....	4
2.2	Технические характеристики регистратора.....	4
2.3	Состав регистратора и расположение элементов управления	5
2.4	Описание принципа действия прибора	9
2.5	Меры предосторожности	10
2.6	Обслуживание аккумуляторных батарей.....	10
2.7	Подготовительный этап работ перед применением регистратора	11
3.	РАБОТА С РЕГИСТРАТОРОМ	12
3.1	Проведение измерений по схеме ИУ-регистратор	12
3.2	Проведение измерений по схеме регистратор – напряжение сети 6-10 кВ	13
4.	ПОДКЛЮЧЕНИЕ УСТАНОВКИ К ПК.....	14
4.1	Установка и запуск ПО «Inva (Portable)» на ПК.....	14
4.2	Характеристики и системные требования	14
4.3	Подключение регистратора к ПК через Wi-Fi и USB	14
5.	РАБОТА С УСТАНОВКОЙ В ПО INVA (PORTABLE)	16
5.1	Принципы работы с ПО «Inva (Portable)» и необходимые настройки	16
5.2	Проведение измерений	19
5.3	Структура сохраняемых данных и вывод отчета	22
5.4	Алгоритм действий при проведении диагностики	24
6.	ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ.....	31

1. Условные обозначения и определения

ПК – персональный компьютер;
ПО – программное обеспечение;
СНЧ – сверхнизкая частота;
ИУ – испытательная установка;
КЛ – кабельная линия;
СКЗ – среднеквадратичное значение;
ПКМ – правая кнопка мыши;
ЛКМ – левая кнопка мыши;
ЧР – частичный разряд;
ВВ – высоковольтный;
пКл, нКл – уровень ЧР, пикокулон, нанокулон;
PRPD – амплитудно-фазовое распределение ЧР;
СПЭ – кабель с изоляцией из сшитого полиэтилена;
ЭПР – кабель с изоляцией из этиленпропиленовой резины.

2. Техническое описание регистратора

2.1 Назначение

Установка для регистрации частичных разрядов Filter-PD/10 (далее регистратор) предназначен для измерения частичных разрядов (ЧР) и оценки технического состояния изоляции кабельных линий 6-10 кВ (КЛ). Регистратор предназначен только для регистрации ЧР и не имеет собственного высоковольтного блока. Высоковольтное напряжение на КЛ может быть подано тем или иным способом. Это могут быть испытательные установки сверхнизкой частоты (ИУ) любого производителя, различные испытательные установки переменного напряжения другого типа, а также номинальное напряжение сети 6-10 кВ. Регистратор функционально выполнен как отдельный самостоятельно функционирующий блок.

Согласно существующих инструкций заводов-изготовителей, КЛ с изоляцией из сшитого полиэтилена и этиленпропиленовой резины после прокладки и монтажа арматуры необходимо подвергать высоковольтным испытаниям напряжением СНЧ либо переменным номинальным напряжением 50 Гц. Кроме того, конечными потребителями кабельной продукции часто стал требоваться контроль качества изоляции КЛ методом ЧР как перед вводом их в работу, так и во время эксплуатации. В ряде компаний диагностика КЛ методом ЧР внесена в нормативные документы и является обязательной.

Регистратор преимущественно предназначен для оценки качества изоляции КЛ с изоляцией из сшитого полиэтилена и этиленпропиленовой резины, однако может применяться и для обследования КЛ с изоляцией иного типа, в частности с виниловой и с бумажно-пропитанной изоляцией.

Регистратор предназначен для использования подготовленным персоналом в условиях научных центров и лабораторий, производственных цехов и в полевых условиях.

Регистратор может применяться в условиях воздействия повышенных электромагнитных полей промышленной частоты – на распределительных подстанциях.

Работа регистратора осуществляется от встроенного аккумулятора, зарядка которого осуществляется от питающей сети 230 В.

2.2 Технические характеристики регистратора

Основные метрологические и технические характеристики регистратора приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 Метрологические и технические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерения амплитуды импульсного напряжения повторяющихся частичных разрядов, В	от 0,01 до 5
Диапазон длительностей импульса напряжения повторяющихся частичных разрядов, с	от 10^{-5} до $5 \cdot 10^{-8}$
Пределы допускаемой погрешности измерения амплитуды импульсного напряжения повторяющихся частичных разрядов, % в диапазоне длительности импульса напряжения, с: - от 10^{-5} до $2 \cdot 10^{-6}$ включ. и св. $6,7 \cdot 10^{-8}$ до $5 \cdot 10^{-8}$ - св. $2 \cdot 10^{-6}$ до $6,7 \cdot 10^{-8}$ включ.	± 50 ± 30
Частота испытательного напряжения, Гц	0,01-1
Габаритные размеры (длина x ширина x высота), мм – Filter-PD/10 – Filter-PD/30 – Filter-PD/60	не более: 280×310×540 280×310×880 280×310×1120
Масса, кг – Filter-PD/10 – Filter-PD/30 – Filter-PD/60	не более: 16 22 30
Параметры электропитания от внешних источников: – напряжение переменного тока, В – частота переменного тока, Гц	Зарядка прибора должна осуществляться от сети переменного тока частотой 50 Гц номинальным напряжением 230 В с допустимым отклонением ± 10 % при нормах качества по ГОСТ 29322-2014. 50 Гц
Параметры электропитания от встроенного аккумулятора (для переносного исполнения): – напряжение постоянного тока, В	4 шт., Li-ion, +18650, 3500 mAh, 3,7 V, 12,95Wh
Время непрерывной работы: – для переносного исполнения при работе от аккумулятора, час	8
Время зарядки аккумулятора, час	не более 3

2.3 Состав регистратора и расположение элементов управления

На рисунке 2.1 приведена фотография схемы подключения ИУ и регистратора к испытуемой КЛ в лабораторных условиях. Фотографии подключения на реальных объектах в кабельных ячейках приведены в приложении 1.

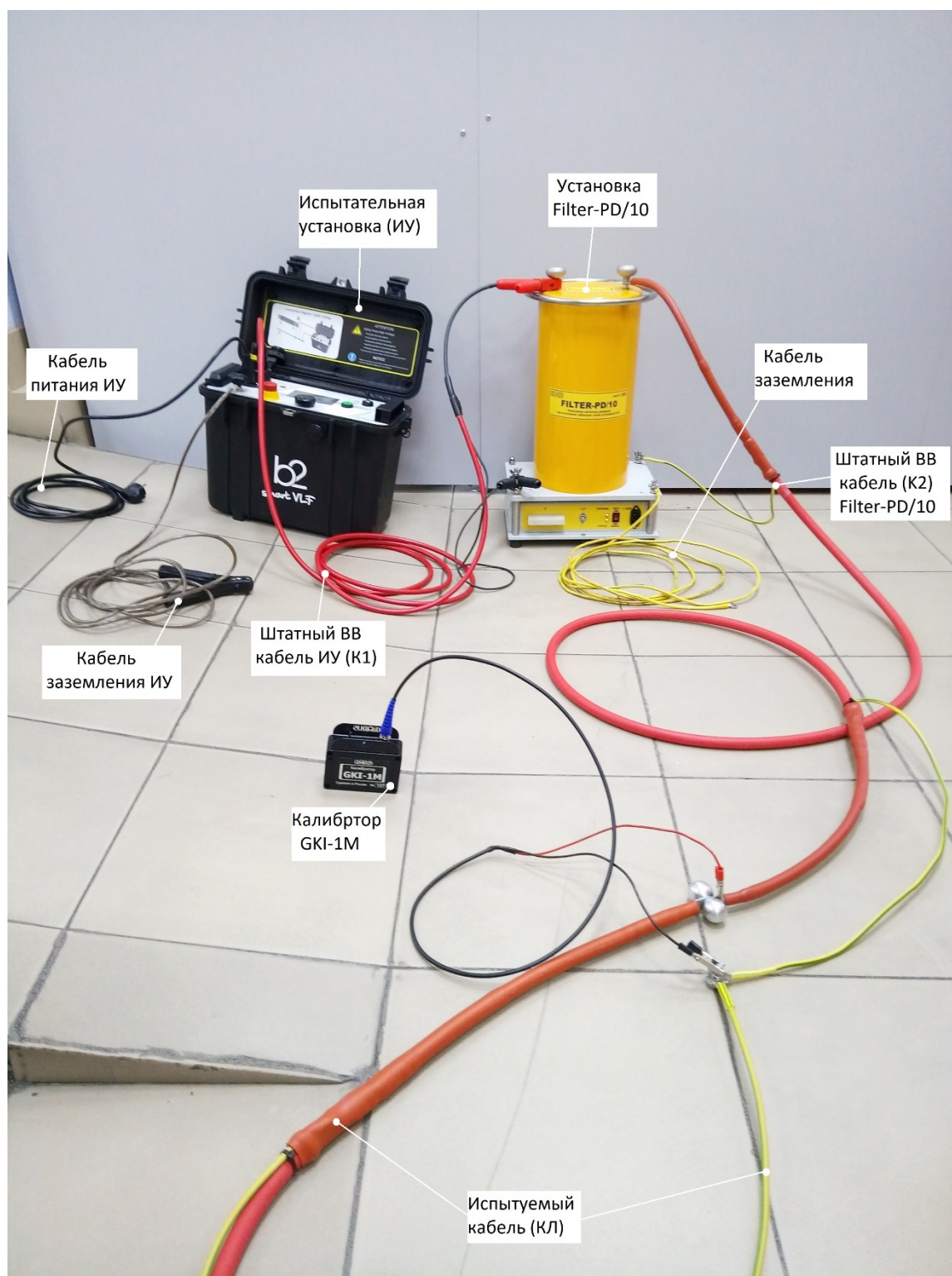


Рисунок 2.1. Подключение ИУ и регистратора

Регистратор перемещается в транспортном чемодане. В комплект поставки также входят:

- 1 - высоковольтный кабель К2 для подключения прибора к тестируемой КЛ;
- 2 - кабель USB;
- 3 - кабель для зарядки аккумулятора;
- 4 - кабель заземления установки;
- 5 - калибратор GKI-1M с кабелем.



Рисунок 2.2. Регистратор и элементы управления



Рисунок 2.3. Регистратор, вид сверху

После включения установки загорается индикатор красного цвета (см. рисунок 2.2), питание подано. Зарядку аккумулятора следует осуществлять в перерывах между работами. При зарядке красный индикатор горит при выключенном тумблере. Зеленый индикатор горит постоянно после включения тумблера. Его мигание означает режим замера данных, поэтому этим можно визуально контролировать режим работы установки.

2.4 Описание принципа действия прибора

Принцип действия регистратора при применении совместно с ИУ заключается в следующем. На вход «СНЧ» подается испытательное напряжение с установки СНЧ её штатным кабелем K1, рисунок 2.4. С выхода «Кабель» напряжение подается на одну из фаз испытуемой КЛ кабелем K2. По кабелю K2 сигналы ЧР поступают в регистратор. Таким образом, одновременно осуществляется высоковольтное испытание фазы КЛ и регистрация возникающих при этом ЧР. Период регистрации ЧР устанавливается оператором и в основном определяется длительностью испытаний. Искажения формы испытательного напряжения СНЧ не происходит.

В регистраторе предусмотрена фильтрация от высокочастотных помех, генерируемых установкой СНЧ и внешними источниками. Зарегистрированные сигналы ЧР по беспроводному каналу связи передаются в режиме реального времени на ноутбук. Анализ данных осуществляется в специализированном ПО «Inva (Portable)». Предусмотрен проводной USB канал связи с ноутбуком.

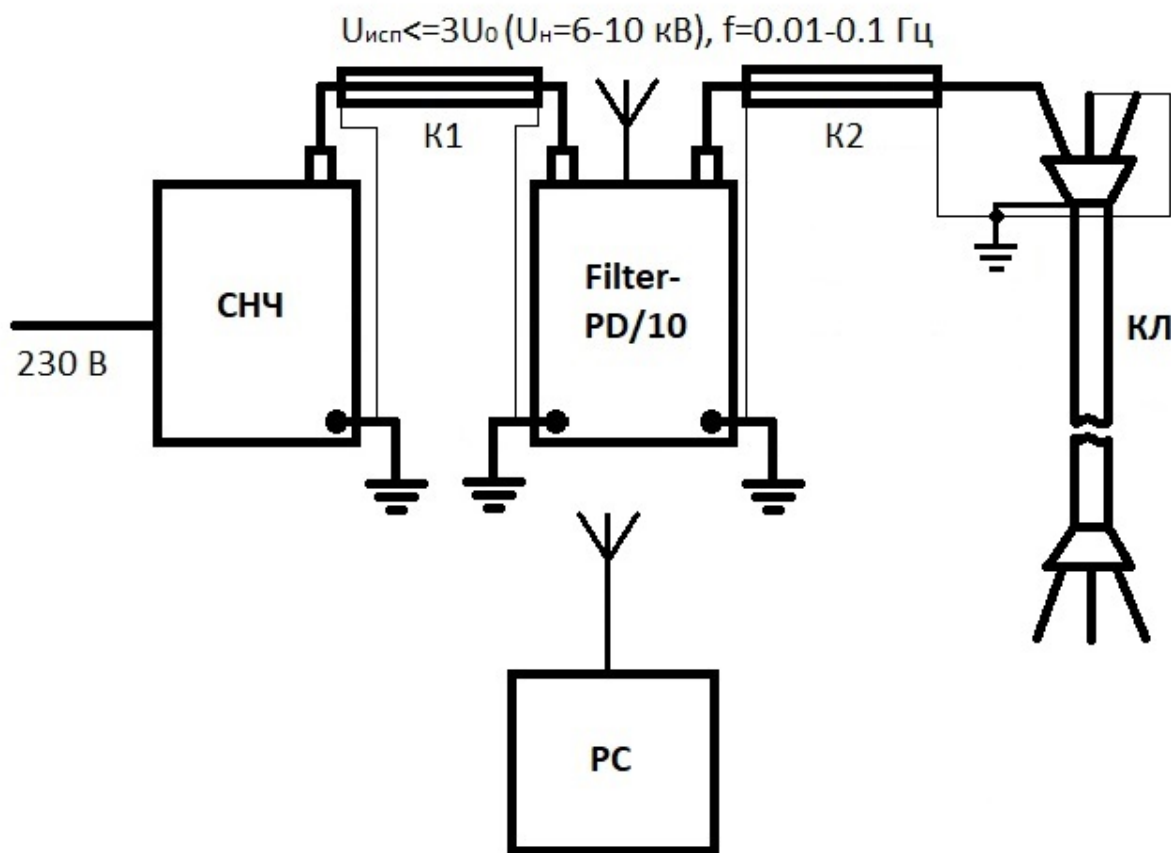


Рисунок 2.4. Функциональная схема подключения Filter-PD/10 и установки СНЧ

Может быть реализована иная схема регистрации ЧР, рисунок 2.5. Испытуемая КЛ ставится под номинальное напряжение сети 6-10 кВ частотой 50 Гц. Одну из фаз КЛ необходимо подключить к регистратору его штатным кабелем K2. Регистрация ЧР контролируется оператором в режиме реального времени. Особенностью такой схемы измерения является возможное наличие помех в сети 6-10 кВ. Дальний конец КЛ необходимо отключить от нагрузки для снижения влияния помех и для улучшения условий отражения импульсов ЧР. Следует отметить, что не всегда такая схема измерений может быть реализована по причине требований правил электробезопасности.

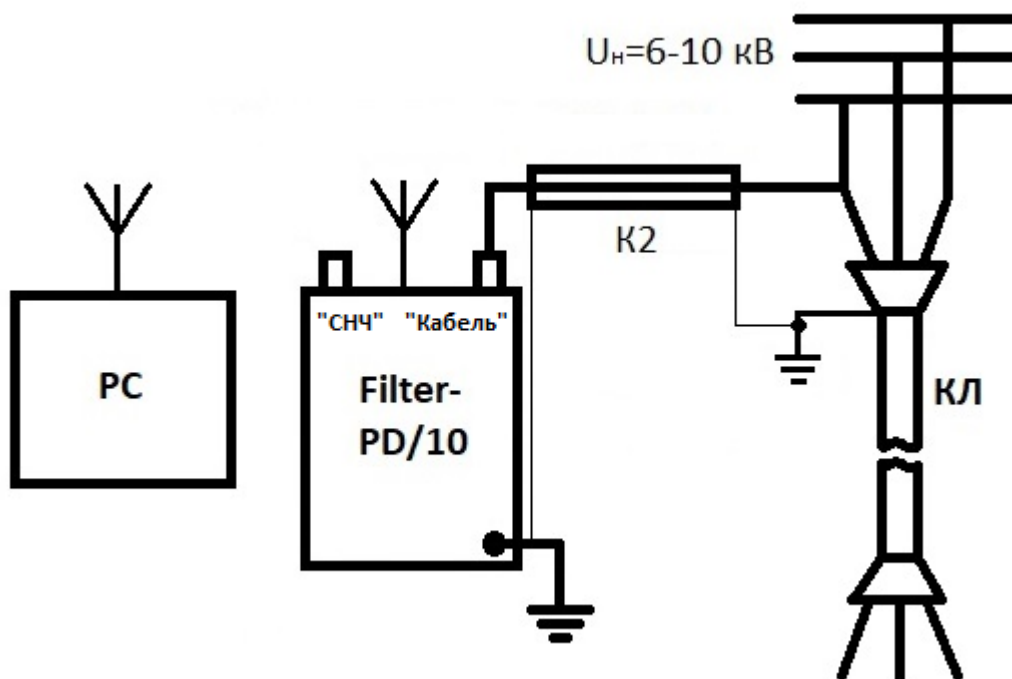


Рисунок 2.5. Функциональная схема подключения регистратора при подаче в КЛ номинального напряжения сети 6-10 кВ.

2.5 Меры предосторожности

При работе с регистратором необходимо соблюдать следующие меры предосторожности:

- во время работы и разворачивания корпуса регистратора и ИУ должны быть надежно заземлены;
- к работе допускаются лица, изучившие руководство по эксплуатации, прошедшие проверку знаний правил техники безопасности и эксплуатации электроустановок с напряжением свыше 1000 В и имеющие группу по электробезопасности не ниже IV;
- запрещено прикасаться к корпусу и кабелям регистратора при включенной ИУ и незаземленной жиле тестируемой КЛ;
- при возникновении непредвиденной ситуации (искрение, дым, посторонние шумы) следует незамедлительно отключить ИУ либо обесточить КЛ при использовании напряжения сети;
- недопустимо наличие в воздухе паров кислот, щелочей, примесей аммиака, сернистых и других агрессивных газов, вызывающих коррозию;
- недопустимо наличие взрывоопасной окружающей среды;
- недопустимо наличие в окружающей среде токопроводящей пыли.

2.6 Обслуживание аккумуляторных батарей

При работе с регистратором необходимо правильно обслуживать аккумуляторные батареи.

В регистраторе используются аккумуляторы 4 шт., Li-ion, +18650, 3500 mAh, 3,7 V, 12,95 Wh. От промышленной сети 230В/50Гц осуществляется ТОЛЬКО ЗАРЯД аккумулятора. **Одновременная работа прибора и заряд аккумуляторов не рекомендуется из-за возникновения помех во время зарядки.**

При хранении прибора рекомендуется заряжать аккумулятор следует не реже, чем раз в два месяца. Зарядка должна быть продолжительностью не менее 12 часов.

Замена аккумуляторов должна осуществляться только на предприятии-изготовителе.

2.7 Подготовительный этап работ перед применением регистратора

Перед проведением диагностики необходимо рассмотреть ряд технических и организационных вопросов:

- изучить проектное решение КЛ, компоновку РУ;
- разработать графический план расположения оборудования с указанием высот и расстояний до заземлённых частей;
- оценить условия для подключения регистратора:
 - конструкцию контактного соединения на концевой муфте;
 - наличие и конструкцию адаптера для подключения к КРУЭ;
 - высоту портала концевой муфты;
- определить места подключения (230 В) оборудования, с указанием расстояния до регистратора;
- проанализировать информацию о диагностируемой КЛ (год прокладки, тип, номинальное напряжение, длина, расстояние до соединительных муфт, схем заземления экрана, наличие транспозиции экранов и т.д.);
- составить программу проведения измерений для согласования с ответственным руководителем (максимальное напряжение и т.д.);
- выяснить возможность проведения диагностики КЛ с обеих сторон;
- расшиновка КЛ. Раскручивание болтов наконечников жил КЛ с обеих сторон КЛ, не должно быть подключенной опорной изоляции, ТТ, ОПН по причине возможных паразитных разрядов от этих элементов. Очистить от пыли жилы КЛ в ячейках, т.к. пыль может давать паразитные разряды. Если расшиновка в силу ряда причин невозможна или труднореализуемая, то проводить работы по диагностике допускается без расшиновки, предварительно устранив загрязнения с элементов и оценить их состояние (визуально на наличие сколов, трещин, данные ВВ испытаний). При этом во время измерений следует анализировать уровень и место возникновения ЧР. Если ЧР возникают на концах КЛ, необходимо определить их источник (испытываемый кабель или элементы ячеек). При невозможности устранения или программной фильтрации таких ЧР следует все же принять меры по расшиновке;
- должны быть выдержаны необходимые воздушные зазоры от диагностируемой жилы до других жил и заземленных конструкций ячейки с обеих сторон КЛ, не допускать касания проводов заземления и неэкранированных участков кабелей. Неэкранированные участки кабелей не должны касаться друг друга и заземленных поверхностей. При этом особое внимание уделить со стороны подключения аппаратуры. Допускается использование диэлектрических прокладок в ячейках при условии отсутствия паразитных ЧР. Данный пункт очень важен, поскольку паразитные разряды могут быть приняты за реальные, возможна ошибка в оценке технического состояния КЛ. Чем выше напряжение, тем сильнее проявляется это явление. Для КЛ 6 кВ зазоры должны составлять не менее 5 см, для КЛ 10 кВ – не менее 7 см, для КЛ 20 кВ – не менее 11 см, для КЛ 35 кВ – не менее 16 см;
- не следует сильно перегибать кабель, это может повредить муфты;
- жила кабеля, не обжатая наконечником, может давать паразитные ЧР;
- жила кабеля в ячейке, соприкасающаяся с землей или с другой жилой, может давать паразитные ЧР. При проведении работ следует устранить такое соприкосновение и сообщить персоналу ЭУ.

В Приложении 1 приведены примеры подключения регистратора к объектам.

3. Работа с регистратором

3.1 Проведение измерений по схеме ИУ-регистратор

Измерения проводятся по схеме, отображенной на рисунке 2.4. Для соединения ИУ и регистратора следует использовать только штатные кабели, входящие в комплект поставки. Соединение производить согласно маркировке, нанесенной на корпусе установки.

ВНИМАНИЕ! Подача высокого напряжения от ИУ при выполнении подготовительных работ должна быть исключена.

3.1.1. Подготовка рабочего места для исследования КЛ

Развертывание регистратора на объекте начинается с подготовительных работ и сборки схемы измерения в следующем порядке:

1. За один день перед началом работ следует проверить уровень заряда батареи регистратора, калибратора и ноутбука. При необходимости поставить на зарядку.
2. По прибытию на объект следует организовать рабочее место, учитывая необходимые организационно-технические мероприятия. Испытуемую КЛ необходимо обесточить, расшиновать её с обеих сторон и заземлить все фазы со стороны проведения измерений переносным заземлением. Также следует заземлить все жилы параллельно проложенных кабелей во избежание наведенного напряжения.
3. Расположить ИУ и регистратор в месте проведения измерений, заземлить их штатными кабелями.
4. Подключить жилу высоковольтного кабеля К1 ИУ к клемме «СНЧ» регистратора, рисунок 2.3, рисунок 2.4. Экран кабеля К1 заземлить на клемму «СНЧ» в нижней части корпуса, рисунок 2.2.
5. Выход «Кабель» регистратора подключить к испытуемой фазе КЛ высоковольтным кабелем К2. Экран кабеля К2 заземлить с двух сторон: на корпус и на оплетку испытуемой КЛ, рисунок 2.4. Две другие фазы испытуемой КЛ должны оставаться заземленными.
6. Включить регистратор тумблером, после чего должны загореться красный и зеленый индикаторы на лицевой панели прибора.
7. Убедиться в наличии связи Wi-Fi с ноутбуком, при необходимости подключить ноутбук USB кабелем.
8. На ноутбуке запустить ПО «Inva (Portable)».
9. Убрать заземление с испытуемой жилы КЛ.
10. Присоединить штатный калибратор в месте соединения кабеля К2 и испытуемой КЛ: красную клемму на жилу, черную клемму на оплетку как можно ближе к КЛ.
11. Провести градуировку системы.
12. Удалить калибратор.
13. Включить ИУ и провести измерение ЧР.

3.1.2. Сворачивание рабочего места после исследования КЛ

Сворачивание регистратора на объекте происходит в обратном порядке:

1. По окончании испытаний и измерений ЧР следует обесточить ИУ.
2. Наложить заземление на испытуемую жилу кабеля КЛ и на клеммы установок.
3. Выключить регистратор тумблером.
4. Отсоединить кабель К2 от жилы испытуемой КЛ.
5. Отсоединить кабель К2 от установки Filter-PD/10.
6. Отсоединить кабель К1 от установки Filter-PD/10.
7. Отсоединить кабель К1 от ИУ.
8. Уложить соединяющие кабели и калибратор в нишу прибора и закрыть транспортировочный чемодан.

Пункты с 5 по 8 для ускорения процесса следующего развертывания системы можно не выполнять.

3.2 Проведение измерений по схеме регистратор-напряжение сети 6-10 кВ

Измерения проводятся по схеме, отображенной на рисунке 2.5. Для присоединения установки Filter-PD/10 к жиле испытываемой КЛ следует использовать только штатный кабель K2. Соединение производить согласно маркировке, нанесенной на корпусе установки.

ВНИМАНИЕ! Следует выполнить необходимые организационно-технические мероприятия, исключая аварийные ситуации.

3.2.1. Подготовка рабочего места для исследования КЛ

Развертывание регистратора на объекте начинается с подготовительных работ и сборки схемы измерения в следующем порядке:

1. За один день перед началом работ следует проверить уровень заряда батареи регистратора, калибратора и ноутбука. При необходимости поставить на зарядку.
2. По прибытию на объект следует организовать рабочее место, учитывая необходимые организационно-технические мероприятия. Испытуемую КЛ необходимо обесточить, расшинувать с дальнего конца и заземлить все фазы со стороны проведения измерений.
3. Расположить регистратор в месте проведения измерений, заземлить корпус установки штатным кабелем.
4. Подключить кабель K2 к клемме «Кабель» регистратора, рисунок 2.5. Оплетку K2 заземлить на соответствующую клемму на корпусе установки, рисунок 2.3, рисунок 2.4.
5. Кабель K2 подключить к жиле испытываемой КЛ. Две другие фазы испытываемой КЛ должны оставаться заземленными. Оплетку кабеля K2 со стороны КЛ заземлить на оплетку КЛ.
6. Включить регистратор тумблером, после чего должны загореться красный и зеленый индикаторы на лицевой панели прибора.
7. Убедиться в наличии связи Wi-Fi, при необходимости подключить ноутбук USB кабелем.
8. На ноутбуке запустить ПО «Inva (Portable)».
9. Убрать заземление с испытываемой жилы КЛ.
10. Присоединить штатный калибратор в месте соединения кабеля K2 и испытываемой КЛ: красную клемму на жилу, черную клемму на оплетку как можно ближе у КЛ.
11. Провести градуировку системы.
12. Удалить калибратор.
13. Подать на КЛ напряжение сети 6-10 кВ.
14. Провести измерение ЧР.

3.2.2. Сворачивание рабочего места после исследования КЛ

Сворачивание регистратора на объекте происходит в обратном порядке:

1. По окончании измерений ЧР следует обесточить КЛ.
2. Наложить заземление на КЛ и на клеммы установки.
3. Выключить регистратор тумблером.
4. Отсоединить кабель K2 от испытываемой КЛ.
5. Отсоединить кабель K2 от регистратора.
6. Уложить соединяющие кабели и калибратор в нишу прибора и закрыть транспортировочный чехол.

Пункты с 5 по 6 для ускорения процесса следующего развертывания системы можно не выполнять.

4. Подключение установки к ПК

4.1 Установка и запуск ПО «Inva (Portable)» на ПК

Для работы на регистраторе на ПК следует установить ПО «Inva (Portable)» версии 1.1.8384 и выше, а также необходимые драйверы. ПО «Inva (Portable)» является свободно распространяемым, скачать его можно на <https://dimrus.ru/software.html>, Inva (portable) (msi файл). Следует установить на ноутбук и офисный компьютер.

Для запуска ПО «Inva (Portable)» используйте ярлык на рабочем столе или в меню «МЕНЮ ПУСК» → DIMRUS → Inva (Portable) → Inva (Portable) ярлык.

ПО «Inva (Portable)» предназначено для работы с различными приборами ООО «Димрус», в т. ч. с Filter-PD/10, и выполняет следующие функции:

- проведение регистрации ЧР и получение данных из блока обработки;
- обработка полученной информации;
- хранение информации;
- выдача отчёта по выбранным замерам в файл или на печать.

Для установки ПО «Inva (Portable)» следует запустить файл *Inva Portable.msi* и следовать указаниям мастера установки. Для установки драйвера устройства на ваш ПК необходимо запустить файл *inst_driver.exe*. Вам будет предложен на выбор язык интерфейса для мастера установки. Выберите язык и нажмите ОК. Далее следуйте указаниям мастера установки. В конце установки на экране появится окно с результатами установки.

4.2 Характеристики и системные требования

Системные требования:

- операционная система Windows Server 2008 R2, Windows 7, Windows 10;
- аппаратное обеспечение (минимальное): система Intel Celeron G530 (2.4 GHz), 4GB RAM, 500GB HDD, дисплей 15", клавиатура, мышь, источник бесперебойного питания 500VA;
- аппаратное обеспечение (рекомендуемое): система Intel Core i5, 16GB RAM, 2TB HDD RAID 1, дисплей 23", клавиатура, мышь, источник бесперебойного питания 1000VA;
- наличие в системе среды исполнения MS .net Framework 4.0 (как правило, она уже встроена в операционную систему).

4.3 Подключение регистратора к ПК через Wi-Fi и USB

Регистратор может управляться как через Wi-Fi, так и через USB. Учитывая специфику эксплуатации в высоковольтных сетях, предпочтительно использовать Wi-Fi подключение. Включенная установка Filter-PD/10 является Wi-Fi точкой доступа. Этот интерфейс связи используется как основной при работе с прибором. Радиус действия может достигать до 20 м. В большинстве случаев достаточно встроенного Wi-Fi модуля ноутбука. Если по каким-либо причинам этот модуль не обеспечивает связь, следует использовать внешний Wi-Fi модуль, поставляемый в комплекте с установкой.

Параметры сети точки доступа по умолчанию:

Имя сети (SSID): FILTERPD_DEVICE

IP-адрес: 192.168.10.2

Маска подсети: 255.255.255.0

IP-адрес шлюза подсети: 192.168.10.1

Шифрация данных: отключена (открытая сеть).

Для работы с этой точкой доступа на ноутбуке нужно установить следующие параметры вашего Wi-Fi адаптера:

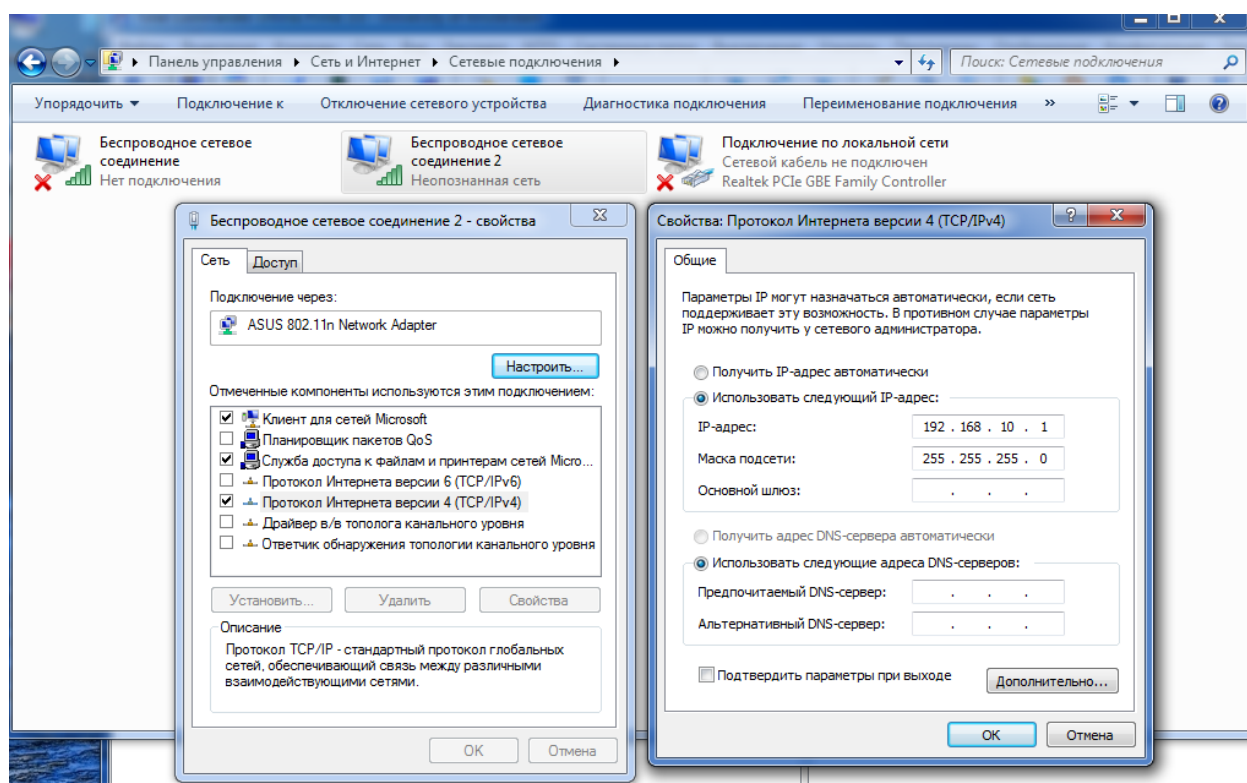


Рисунок 4.1.

После включения регистратор инициализирует Wi-Fi интерфейс, создаёт свою сеть, и к ней может подключиться любой ноутбук или компьютер с Wi-Fi-адаптером.

Для подключения к сети выберите из списка сеть FILTERPD_DEVICE и подключитесь к ней.

ПО «Inva (Portable)», установленное на компьютере, автоматически подключается к прибору по сети Wi-Fi, если в настройках программы выбран этот тип подключения.

5. Работа с установкой в ПО INVA (Portable)

5.1 Принципы работы с ПО «Inva (Portable)» и необходимые настройки

Принципы работы в ПО изложены в документе «Руководство пользователя ПО «Inva (Portable)». Это ПО универсальное и предназначено для работы с разными приборами нашей компании, по этой причине некоторые функции могут не активны.

Все измерения отображаются в каталоге **FILTER-PD/10** в окне «Приборы».

В начале работы нужно установить параметры связи. Для этого нажмите ПКМ на папку **FILTER-PD/10** – параметры связи. Для связи по Wi-Fi или USB сделайте уставки, как указано на рисунке 5.1:

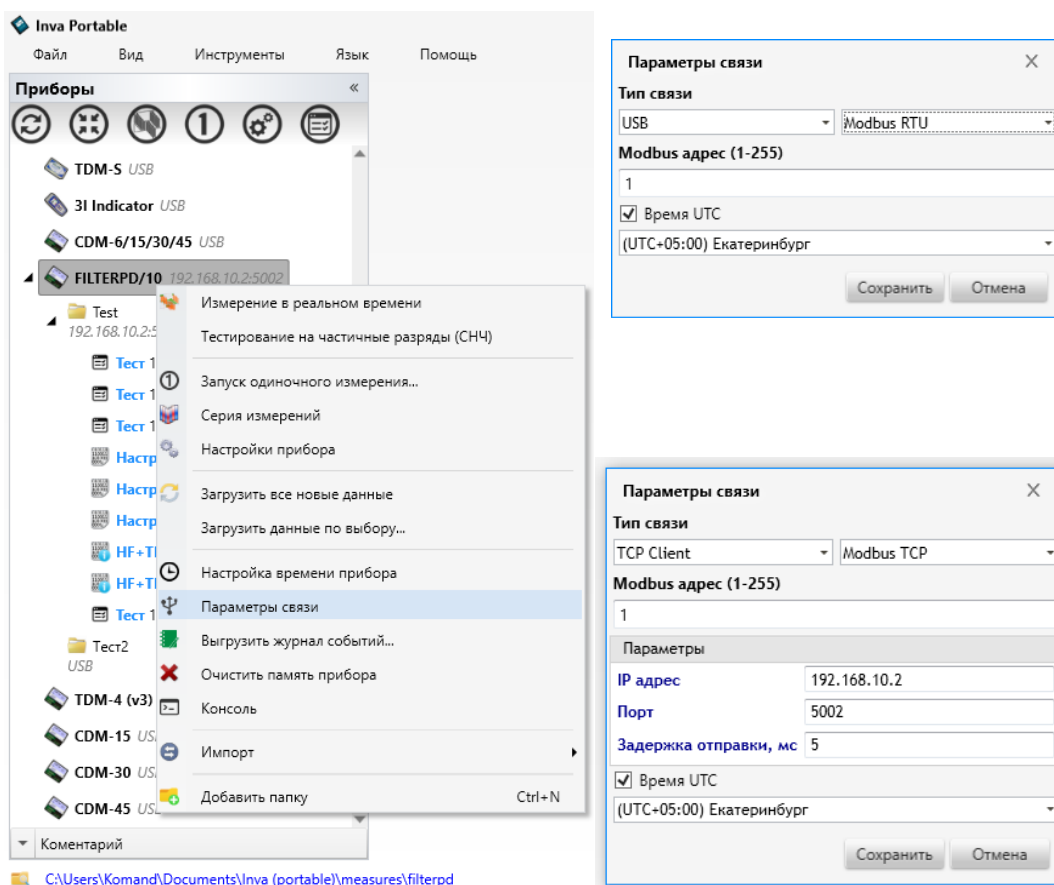


Рисунок 5.1. Установка параметров связи

Далее в этом же меню зайдите в *Настройки прибора* (или по иконке ) , после чего зайдём в *Конфигурацию прибора (FILTERPD/10)*, рисунок 5.2. Сделайте уставки, как показано далее. Перед каждым применением регистратора уставки следует контролировать.

На вкладке *Параметры прибора* изменений вносить не следует. В поле RS485 № 1 в пункте *Протокол обмена* должно быть MODBUS RTU. В поле *Планировщик сохранения данных* можно выставить расписание при регистрации ЧР от сети питающего напряжения. После каждого изменения конфигурации следует нажать *Сохранить и записать в прибор*.

На вкладке *Измерение ЧР* следует выставить *Рабочее (линейное) напряжение*, отметки на каналы PD01 и PD02. *Параметры канала № 1*, *Чувствительность*, определяется по результатам градуировки. В *Параметры фильтрации* применен *Цифровой фильтр*, изменяя параметры которого можно выделить полезные сигналы ЧР либо подавить сигналы помех. Для этого при первичном измерении следует определить частоты этих сигналов. Выделив ЛКМ канал PD01 в верхней части окна синим цветом, необходимо в *Фильтр 1* выставить значение PD02 и напротив строки *Фильтрация по амплитуде (с кабелями в той же ячейке)* поставить галочку. *Порог амплитудного фильтра* – 30 %, *Порог фильтра по времени прибытия* – 100 %.

На вкладке *Рефлектометр*, применить *Усредненная рефлектограмма*, *Количество периодов для усреднения* можно изменять по своему усмотрению, достаточно выставить значение 50. Остальные параметры на этой вкладке менять не надо.

Вкладка *Оценка состояния*. *Границы уровней Q02 и PDI для канала* следует установить PD01. *Пороги состояния по амплитуде импульса Q02 и PDI* следует установить согласно действующих нормативов ЧР в пКл, которые предоставляются ООО «Димрус».

Вкладка *Специальные установки* – при работе с СНЧ уставки в поле *Источник синхронизации* должны соответствовать как на рисунке 5.2. Должен быть включен *Внешний источник синхронизации*, *вход синхронизации*, *СНЧ синхронизация*. *Сдвиг влево относительно фазы А 90 градусов*. В *Дополнительные параметры* выставить *Выбор алгоритма триггера – автоматический*. *Количество импульсов 3000 имп/сек*.

Конфигурация прибора (FILTERPD/10)

Параметры прибора | Измерение ЧР | Рефлектометр | Оценка состояния | Специальные установки

RS485

Адрес прибора: 1

Скорость бит/сек: 115200

Четность: NONE

Протокол обмена: MODBUS RTU

Стоповый бит: 1

Назначение: Обмен данными

Ethernet

IP адрес: 192.168.010.002

Маска подсети: 255.255.255.000

Шлюз: 192.168.008.001

Физический адрес: 00-45-56-05-00-1C

Протокол обмена: MODBUS TCP

Тип Ethernet: Ethernet

Планировщик сохранения данных

Режим работы: По расписанию

	Часы	Минуты
1	3	0
2	6	0
3	9	0
4	12	0
5	15	0
6	18	0
7	21	0
8	0	1
9	0	0

Допустимые значения: от 0 час. 1 мин. до 23 час. 59 мин.

☒ Дополнительное сохранение при быстром росте ЧР

Сохранять при росте PDI в: 10,0 раз

в течение не менее: 10 сек

☒ Остановить мониторинг

Сохранить и записать в прибор

Сохранить

Загрузить

Конфигурация прибора (FILTERPD/10)

Параметры прибора | Измерение ЧР | Рефлектометр | Оценка состояния | Специальные установки

Рабочее (линейное) напряжение: 10,0 кВ

☒ Вкл./откл. все каналы

☒ PD01 ☒ PD02

Параметры канала №1

Чувствительность: 8,95 мкВ

Фаза датчика: A

Управление порядком чтения: авто

В ячейку подключен кабель: ☒

Длина кабельной линии, м: 250

Коэффициент укорочения: 1,890

Параметры фильтрации

☐ Цифровой фильтр

Частота: от 3,1 до 20,0 МГц

Фильтр 1: PD02, Фильтр 2: откл., Фильтр 3: откл., Фильтр 4: откл., Фильтр 5: откл.

Фильтрация по амплитуде (с кабелями в той же ячейке): ☒

Фильтрация по времени прибытия (с кабелями в соседних ячейках): ☒

Порог амплитудного фильтра, %: 30

Порог фильтра по времени прибытия, %: 100

Сохранить и записать в прибор

Сохранить

Загрузить

Отмена

Конфигурация прибора (FILTERPD/10)

Параметры прибора | Измерение ЧР | Рефлектометр | Оценка состояния | Специальные установки

☐ Усредненная рефлектограмма
Количество периодов для усреднения: 50

Способы запуска рефлектометра:
☐ При быстром росте мощности ЧР, с амплитудой не менее 500 мВ
☐ По внешнему импульсу большой амплитуды, не менее 3000 мВ
☐ По результатам работы системы диагностики

По заданным параметрам
☐ Запустить перед сохранением данных ☐ Постоянный мониторинг

Запускать по каналу: PD01 ☐ Не регистрировать импульсы на других каналах

Амплитуда положительных импульсов, от 500 до 5000 мВ
Фаза положительных импульсов, от 180,0 до 270,0 °
Амплитуда отрицательных импульсов, от 500 до 5000 мВ
Фаза отрицательных импульсов, от 0,0 до 90,0 °

Зондирующая рефлектограмма прибором CDM-CR
☐ Включить
Интервал между измерениями: 0 день
Длительность рефлектометрии: 1 сек
Длительность зондирующего импульса: Авто мс
Частота следования зондирующих импульсов: 400 Гц
Длина кабеля от датчика до прибора: 0,0 м

Сохранить и записать в прибор
Сохранить
Загрузить

Конфигурация прибора (FILTERPD/10)

Параметры прибора | Измерение ЧР | Рефлектометр | Оценка состояния | Специальные установки

Граничные значения параметров
Границы уровней Q02 и PDI для канала: PD01 ☒ Все
☒ Считать

Режим работы реле: включено
Задержка: 100 сек
Доп. параметры тренда >

☐ Включить
Уровень ухудшенного состояния: 3,0 мВт
Уровень предаварийного состояния: 10,0 мВт

Пороги состояния по амплитуде импульса (Q02), PD01
Единицы измерения: ☒ мВ ☐ пКл
Уровень ухудшенного состояния: 500 мВ
Уровень предаварийного состояния: 1000 мВ
Уровень ухудшенного состояния: 1200 пКл
Уровень предаварийного состояния: 7500 пКл

Пороги состояния по изменению параметров ЧР (тренд)
☐ Тренд мощности (PDI)
☐ Тренд амплитуды (Q02)
Скорость роста при ухудшенном состоянии: 3,00 раз
Скорость роста при предаварийном состоянии: 5,00 раз

Быстрое изменение параметров ЧР (скачок)
☐ Быстрое изменение PDI
☐ Быстрое изменение Q02
Изменение при ухудшенном состоянии: 300 %
Изменение при предаварийном состоянии: 500 %

Сохранить и записать в прибор
Сохранить
Загрузить

Конфигурация прибора (FILTERPD/10)

Параметры прибора | Измерение ЧР | Рефлектометр | Оценка состояния | Специальные установки

Источник синхронизации
☒ Внешний источник синхронизации
☒ Вход синхронизации Сдвиг влево относительно фазы А: 90 Задавать вручную
☐ Канал "PD01"
☐ Синхронизация от внутреннего генератора: 50 Гц
СНЧ синхронизация: включено

Настройки часов
☐ Синхронизация часов по GPS
Часовой пояс: GMT часов :00 минут

Дополнительные параметры
Время чтения данных от группы каналов: 5 сек
Длительность импульса ЧР: 51100 нс
Пауза после импульса ЧР: 0 нс
Выбор алгоритма триггера: автоматический
Уровень триггера: 10 мВ
Превышение триггера над шумом: 5 мВ
Контроль уровня шума в канале: отключен
Амплитуда: 10 мВ
Количество импульсов: 3000 имп/сек
Усиление сигнала: отсутствует

Сохранить и записать в прибор
Сохранить
Загрузить
Отмена

Рисунок 5.2. Режим *Настройки прибора*

5.2 Проведение измерений

В начале измерений следует провести градуировку схемы измерения. Для этого необходимо собрать схему (см. на рисунке 2.4). Установка СНЧ должна быть обесточена, заземление с испытуемой КЛ должно быть снято. Подключить калибратор в месте подключения кабеля К2 и испытуемой КЛ, рисунок 2.1. Нажать на иконку  либо ПКМ на FILTERPD/10, в меню выбрать *Тестирование на частичные разряды (СНЧ)*.

В окне *Тестирование на частичные разряды (СНЧ)* нажать слева на поле *Параметры кабельной линии* оранжевого цвета. В появившемся окне внести длину кабеля в метрах и коэффициент укорочения. Эти параметры следует определить по результатам измерений специализированным рефлектометром. Необходимо сохранить данные.

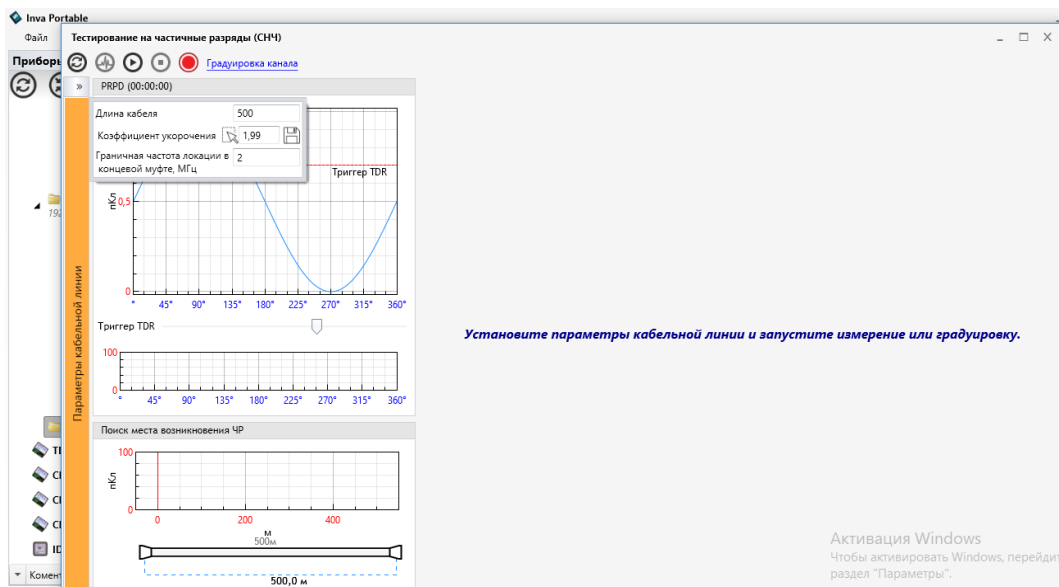


Рисунок 5.3. Уставки *Параметров* кабельной линии

Нажать на *Градуировка канала*. Будет выполнен процесс автоматической градуировки. По ее результатам в появившемся окне через некоторое время должны отображаться расчетные параметры, нажать *Применить*, рисунок 5.4:

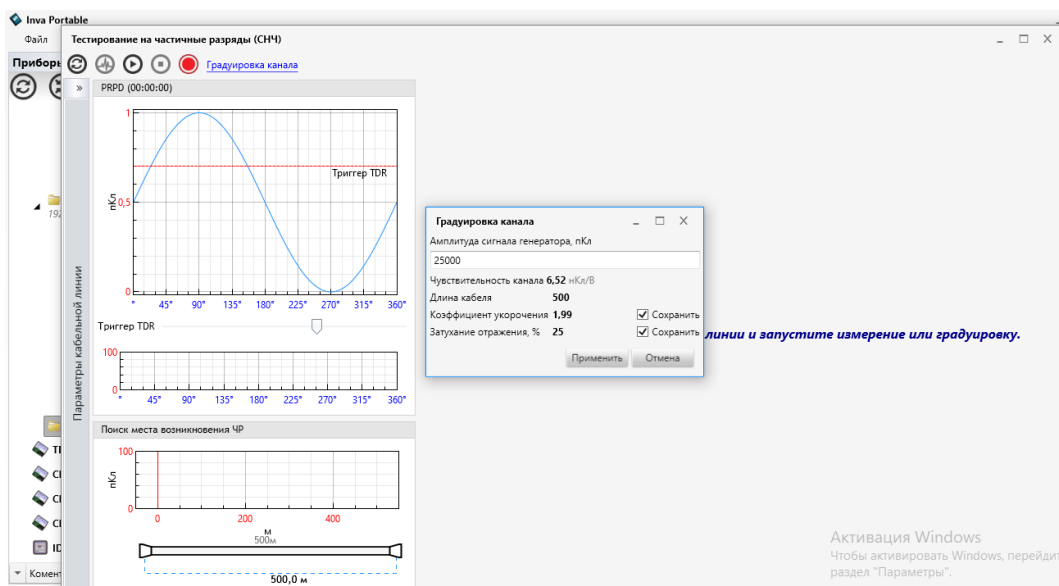


Рисунок 5.4. Градуировка канала измерения

Чувствительность канала должна быть в пределах 4-10 нКл/В. Если измеренное значение превышает указанный диапазон, следует проверить контакты при присоединении калибратора и высоковольтного кабеля, после чего повторить измерение.

Длина кабеля фиксирована, коэффициент укорочения в окне на рисунке 5.4 определяется исходя из длины кабеля и разницы времени между первичным и отраженным импульсами согласно метода рефлектометрии.

Удалите калибратор после выполнения градуировки!

После проведения градуировки необходимо запустить измерение ЧР, нажав на иконку (см. рисунок 5.5). Появится надпись: *Производится измерение частоты, подождите.* Необходимо подождать несколько циклов СНЧ для визуализации данных. После запуска измерений автоматически включается запись процесса, при этом иконка начинает мигать. Иконка отображает степень заряда аккумулятора. Иконка – остановить измерение.

В окне *Тестирование на частичные разряды (СНЧ)* отображается следующая информация:

Окно *PRPD* – отображает амплитудно-фазовое распределение всех зарегистрированных ЧР, начиная с момента записи.

Триггер TDR – движок отметки на PRPD графике.

График измерения в текущем периоде.

Поиск места возникновения ЧР – карта распределения ЧР, определяемая автоматическим анализом. По горизонтальной оси – длина КЛ, по вертикальной оси – уровень ЧР в пКл.

Изображение КЛ – отображение длины КЛ, по ЛКМ привязка муфт, изгибов КЛ.

Амплитуда (max) – отображение амплитуды зарегистрированных ЧР, на циферблате – мгновенное значение.

Мощность ЧР – отображение мощности зарегистрированных ЧР, на циферблате – мгновенное значение.

Напряжение – уровень подаваемого СКЗ напряжения от ИУ, на циферблате – мгновенное значение.

Частота сети – частота напряжения, подаваемого от ИУ, на циферблате – мгновенное значение.

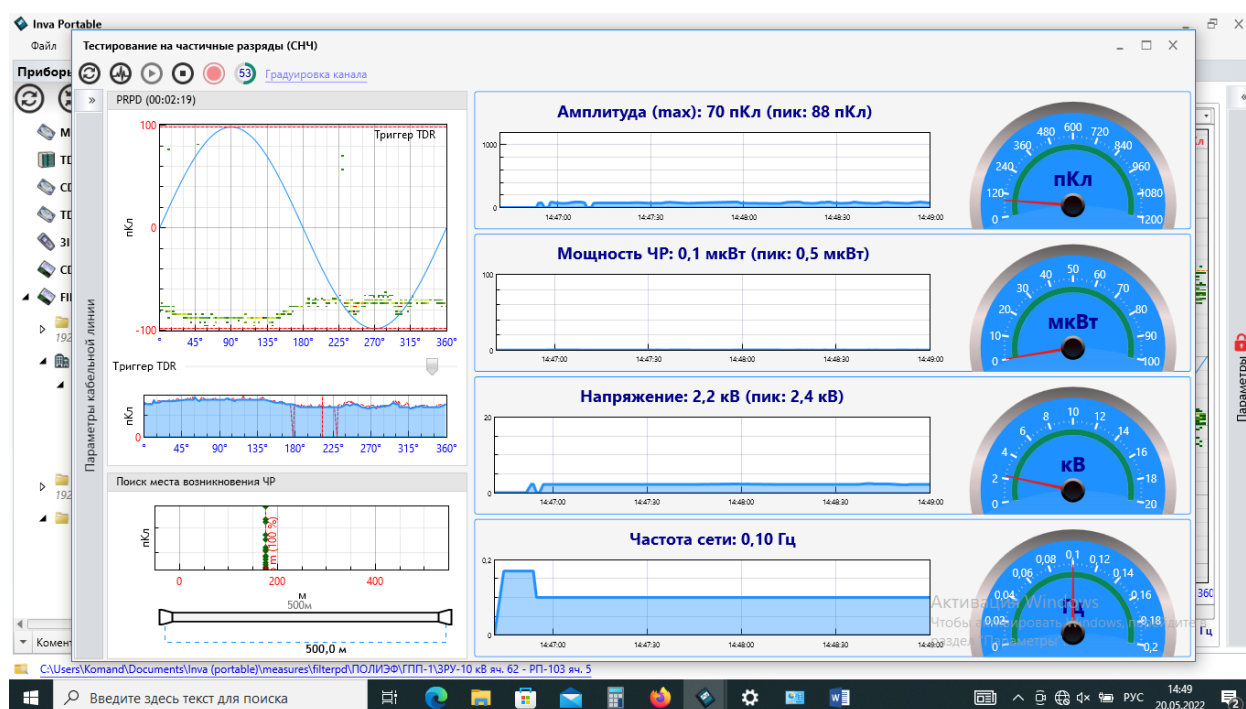


Рисунок 5.5. Основное окно измерений ЧР

При проведении измерений, нажав на иконку , войдем на вкладку *Локация разрядов в кабельной линии*, рисунок 5.6. В верхней части отображается кабельная линия с отмеченными ранее муфтами. На этой вкладке на поле *PRPD* с помощью ЛКМ следует выставить 2 зоны регистрации ЧР. Будет происходить накопление данных по ЧР в выбранных зонах, по результатам автоматического анализа которых ниже в поле *Рефлектограмма* будут отображены группы характерных усредненных рефлектограмм. На правом поле – выбранная в предыдущем поле рефлектограмма в увеличенном масштабе. Перемещение иконки  по длине КЛ позволяет идентифицировать место возникновения импульсов ЧР на увеличенной рефлектограмме, при этом на рефлектограмме соответственно перемещаются вертикальные метки. В ПО автоматически определяются первичные и отраженные импульсы ЧР, обозначаемые красными вертикальными пунктирными линиями, что может учитываться оператором при анализе.

Следует обязательно сохранить данные, нажав на *Сохранить*. В течение текущего измерения ЧР можно любое количество раз провести локацию ЧР с разными зонами на PRPD распределении в зависимости от текущей ситуации.

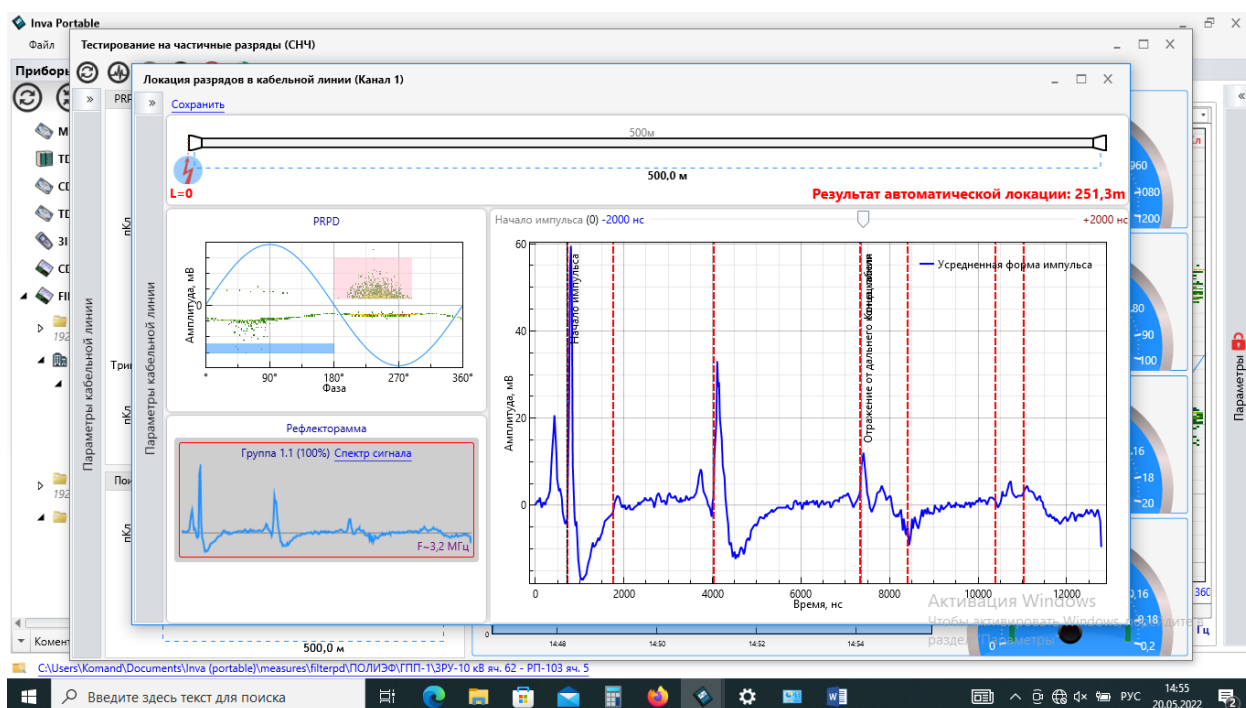


Рисунок 5.6. Окно локации ЧР

Нажав на *Спектр сигнала* в открывшемся окне для текущей рефлектограммы, отобразится график спектра первичного импульса и его вейвлет-преобразование, рисунок 5.7.

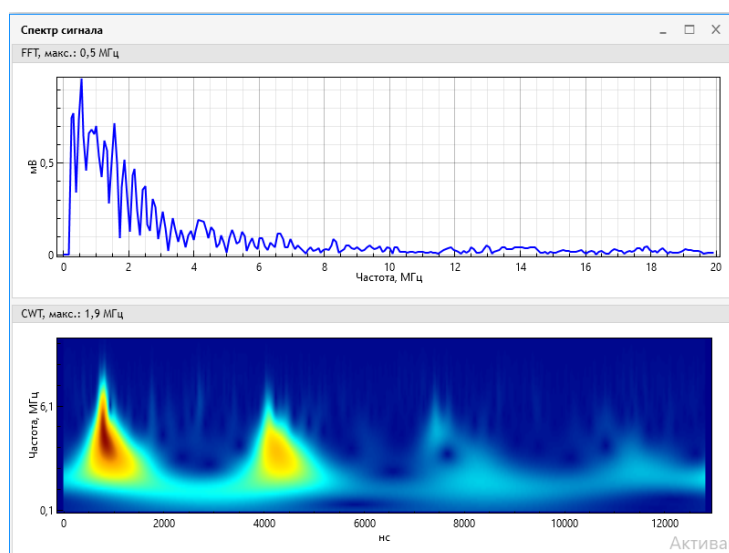


Рисунок 5.7. Спектр сигнала ЧР для текущей рефлектограммы

5.3 Структура сохраняемых данных и вывод отчета

Перед выполнением измерений в папке FILTERPD/10 следует создать папку и объект обследования в соответствии с его структурной подчиненностью, см. рисунок 5.8. Сохраняются 3 типа файлов:

Тест 19 мая 2022 г. 13:33:41

При его нажатии одним кликом ЛКМ на вкладке *Полная PRPD* будет показано PRPD - распределение всех накопленных ЧР при этом измерении и график PDI. Этот файл соответствует периоду измерения ЧР при нажатии на кнопку и остановке кнопкой . Двойное нажатие ЛКМ вызывает меню для воспроизведения данного замера либо вывода отчета.

HF+TDR 19 мая 2022 г. 10:16:39

При его нажатии одним кликом ЛКМ на вкладке *Полная PRPD* будет показано PRPD - распределение всех накопленных ЧР на момент сохранения данных. На вкладке *Локация разрядов в кабельной линии* будут отражены сохраненные данные по рефлектограммам.

Настр. 19 мая 2022 г. 10:48:42

Файлы этого типа сохраняются автоматически при любых изменениях в настройках. При его нажатии двойным кликом ЛКМ открывается окно *Конфигурация прибора (FILTERPD/10)*.

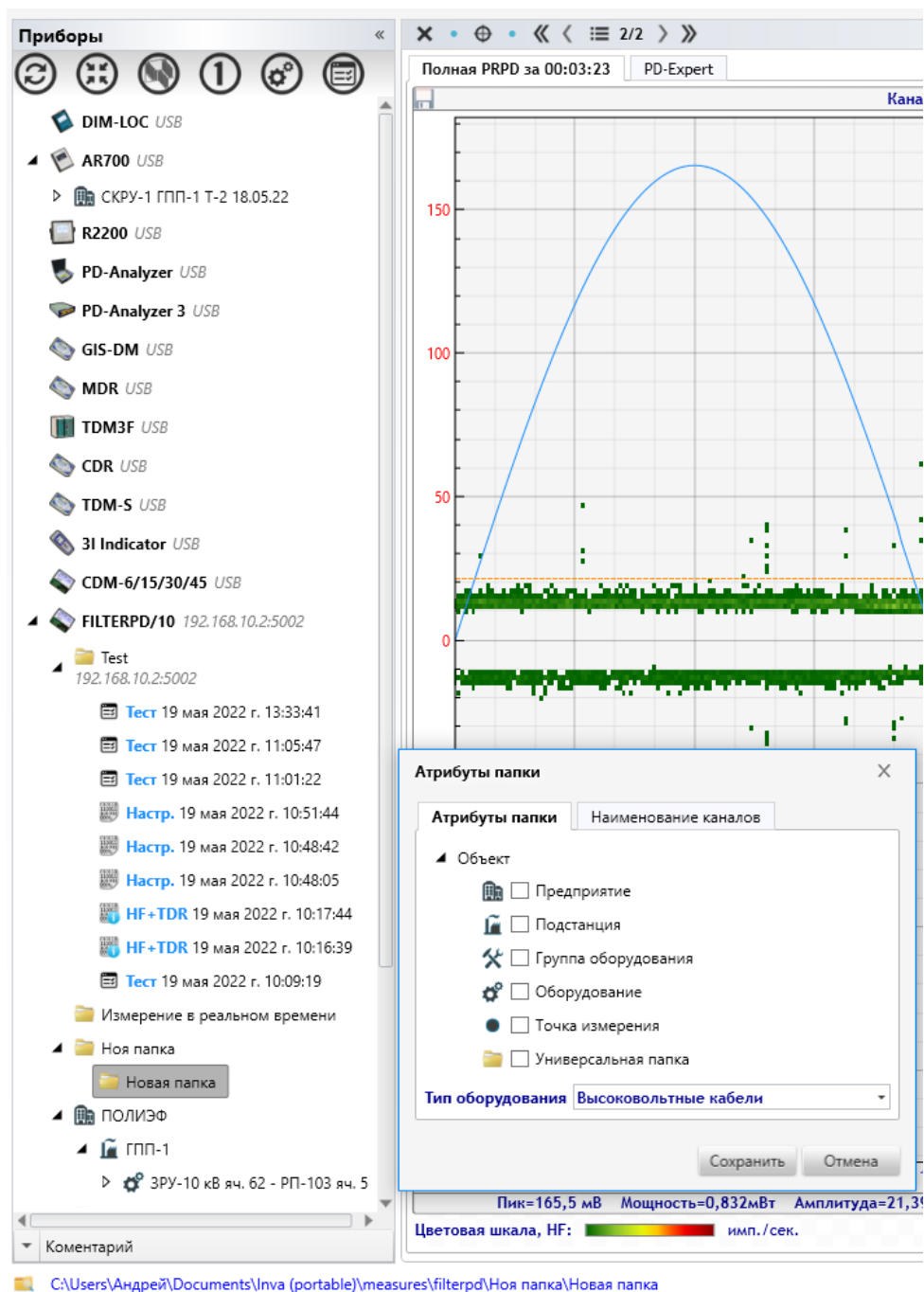
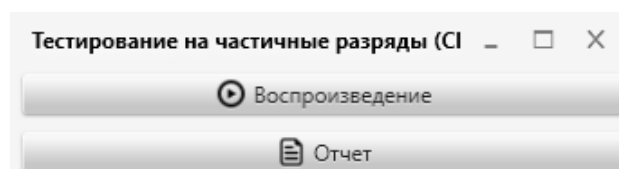


Рисунок 5.8. Типы файлов данных и атрибуты папки

Для вывода отчета нужно двойное нажатие ЛКМ на **Тест** :



В результате в открывшемся окне следует выбрать шаблон отчета. Шаблон отчета можно менять по своему усмотрению, при этом не следует корректировать ссылки.

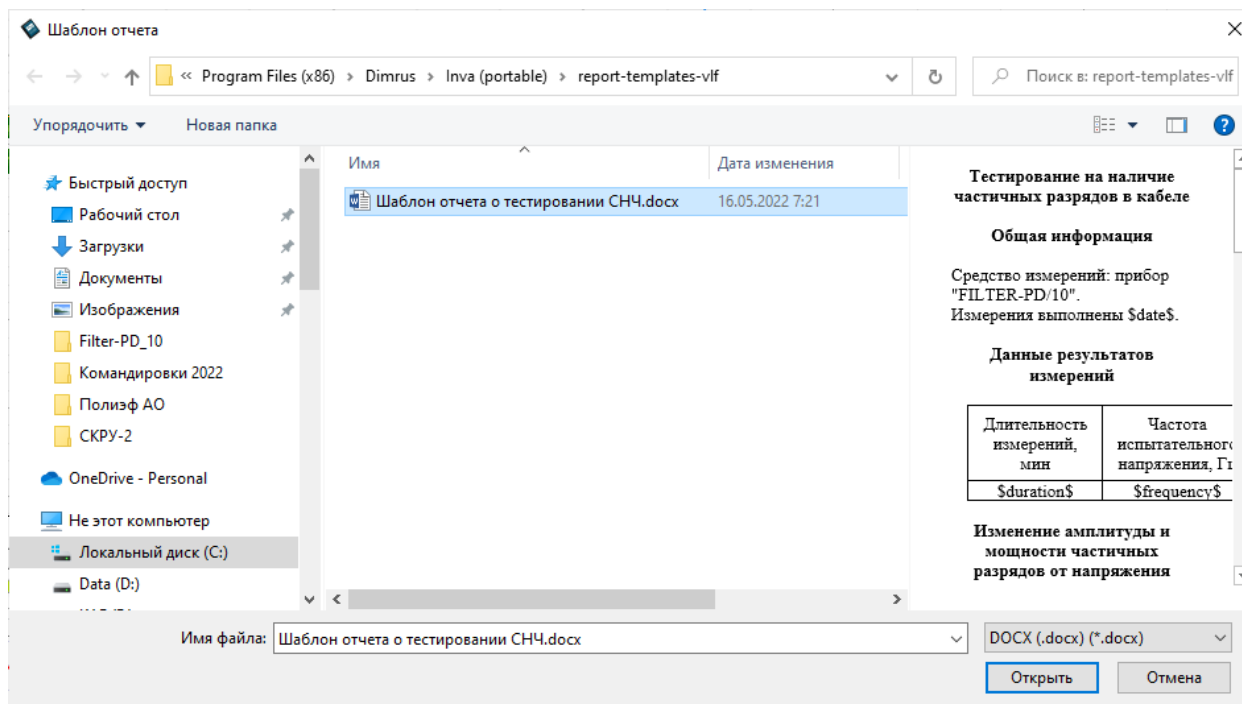


Рисунок 5.9. Шаблон отчета данных

После нажатия *Открыть* открывается окно, где можно выбрать папку для сохранения отчета. Файл отчета автоматически открывается после сохранения.

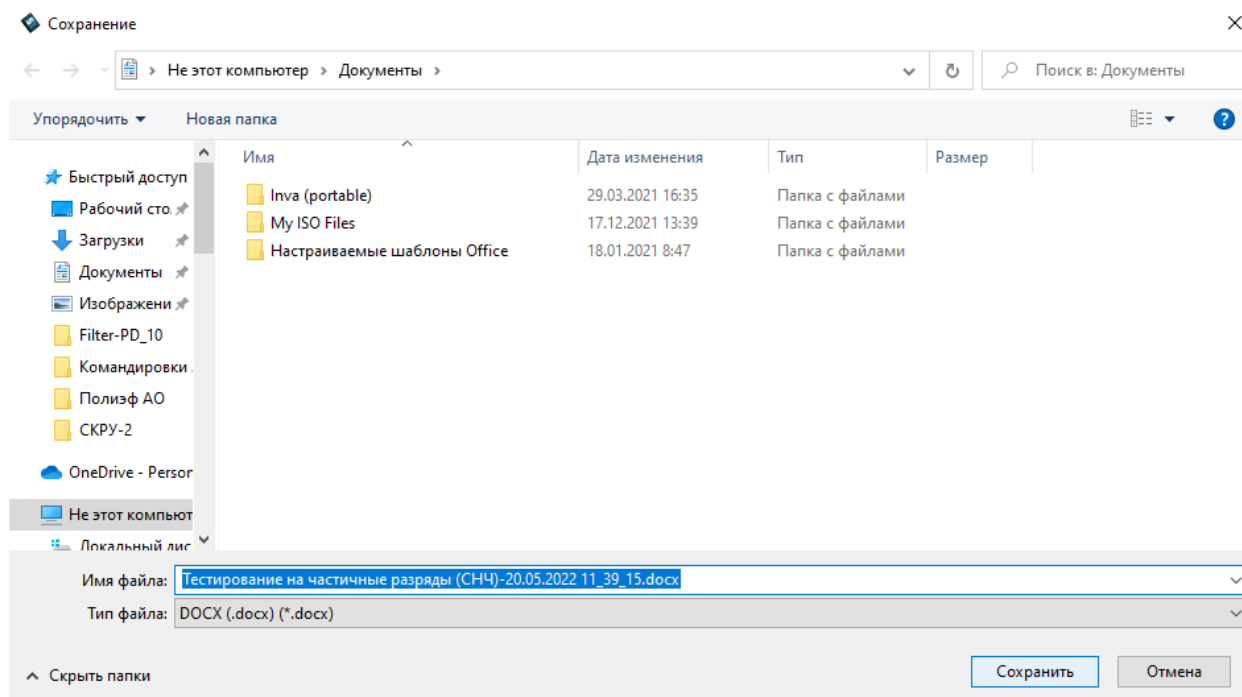


Рисунок 5.10. Сохранение отчета

5.4 Алгоритм действий при проведении диагностики

При проведении диагностики существует определенный алгоритм действий, позволяющий успешно провести измерения.

1. Правильно выполнить процесс градуировки. Для этого необходимо как можно точнее определить длину КЛ рефлектометром с корректным коэффициентом укорочения K_u для данного типа кабеля. Значения длины КЛ и K_u сохранить в соответствующем окне. Не рекомендуется сохранять паспортную длину КЛ, т.к. она может не соответствовать реальной

длине, что может вызвать погрешности при локации ЧР. Если ЧР в КЛ отсутствуют, данный пункт менее важен.

2. Провести отстройку от помех.

Помехи можно разделить на внутренние и внешние. Внутренние помехи от ИУ и ее штатного кабеля должны по большей части отфильтровываться встроенными средствами регистратора. Однако следует иметь в виду, что из-за конструктивных особенностей ИУ разных производителей разброс уровня и частотных характеристик внутренних помех может быть весьма большим.

Внешние помехи могут быть вызваны наведенными помехами в испытуемой КЛ, а также паразитными ЧР при неправильной подготовке рабочего места (п. 2.7).

Рекомендуется начинать измерения с 2 кВ, т.к. при этом напряжении ЧР не возникают и есть возможность зафиксировать уровень помех, рисунок 5.11.

Помехи характеризуются равномерным их распределением на PRPD-распределении.

3. Далее следует напряжение увеличить до номинального фазного значения (для СПЭ кабелей и ЭПР) и отслеживать процесс возникновения ЧР. Для кабелей 6 кВ – 3,5 кВ, для кабелей 10 кВ – 6 кВ. Триггер TDR нужно выставить выше уровня помех, рисунок 5.11. При наличии ЧР сохранить локацию несколько раз за измерение.

4. Увеличить напряжение до максимального. Отслеживать характер изменения ЧР. При наличии ЧР сохранить локацию несколько раз за измерение.

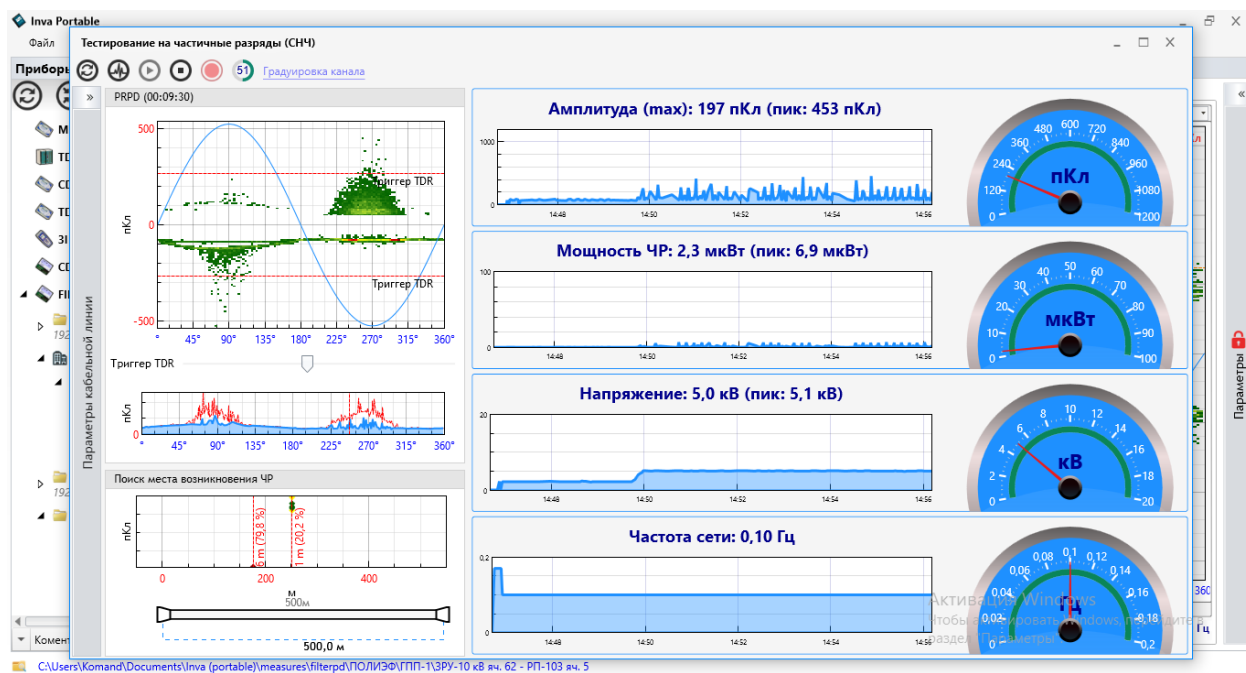


Рисунок 5.11. Тестирование на частичные разряды

По окончании измерений для каждой фазы следует убедиться в сохранении файлы данных.

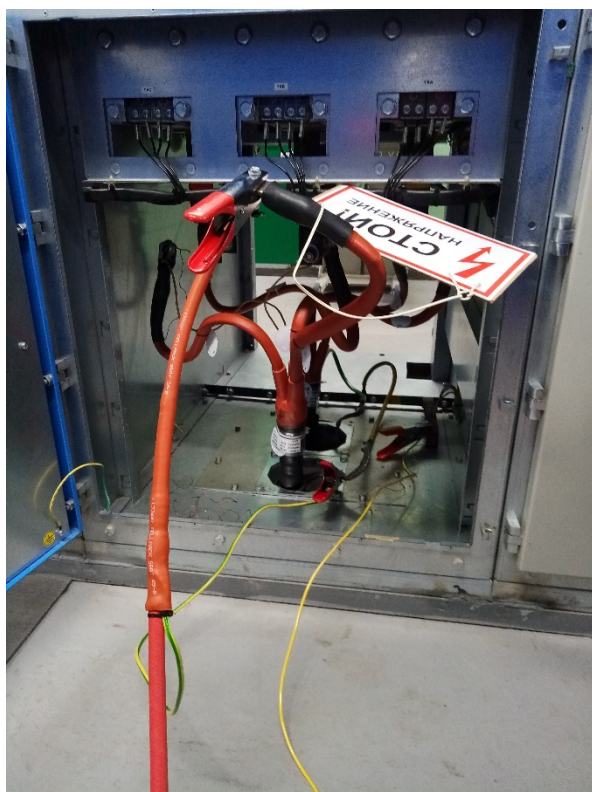
Приложение 1

Примеры подключения высоковольтного кабеля регистратора К2 к объектам



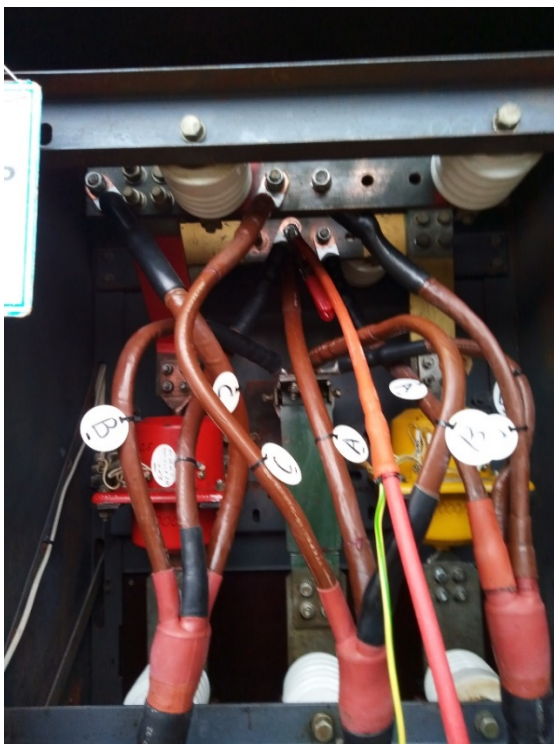
Неправильно.

КЛ 10 кВ. Касание неэкранированного участка присоединительного кабеля и клемм заземления. Близкое расположение провода заземления и неэкранированного участка присоединительного кабеля.



Правильно.

КЛ 6 кВ БПИ. Отсутствуют касание и близкое расположение неэкранированных участков присоединительного и испытуемого кабелей, проводов заземления. Применена табличка для увеличения зазоров. Все жилы расхинованы и наложено переносное заземление.



Правильно.

КЛ 6 кВ. Отсутствуют касание и близкое расположение неэкранированных участков присоединительного и испытуемого кабелей, проводов заземления. Выдержаны зазоры. Не допущен перегиб жилы.



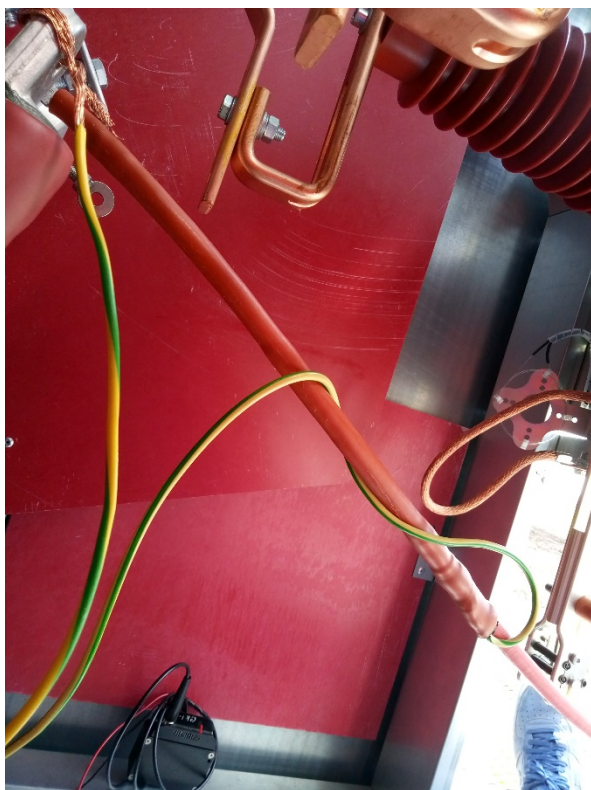
Правильно.

КЛ 10 кВ 3000 м. Распиновка КЛ в ячейке с дальнего конца. Наконечник кабеля затруднительно развести от шины на большое расстояние. Были применены диэлектрические боты для предотвращения пробоя в условиях близкого расположения шин и наконечников жил. Диэлектрические боты испытаны, паразитные разряды отсутствуют.



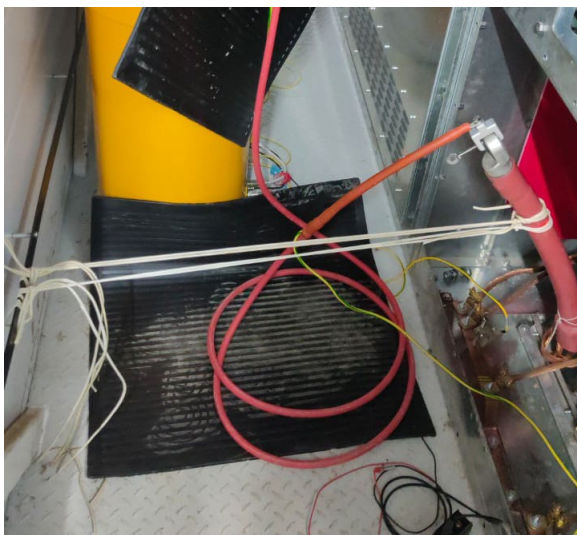
Правильно.

КЛ 10 кВ СПЭ. Используются сухие доски на дальнем конце КЛ в целях уменьшения возможных паразитных разрядов между близкорасположенными концевыми муфтами кабелей фаз А, В, С.



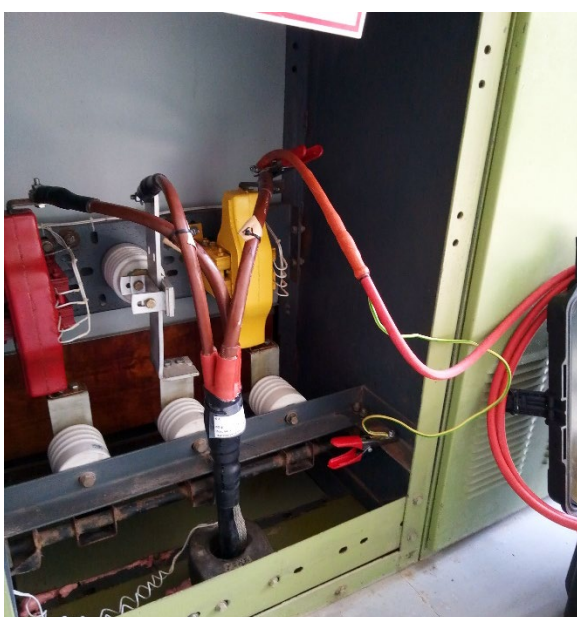
Неправильно.

КЛ 10 кВ (справедливо для КЛ всех классов напряжения). Касание незэкранированного участка присоединительного кабеля и провода заземления (вызывает паразитные ЧР).



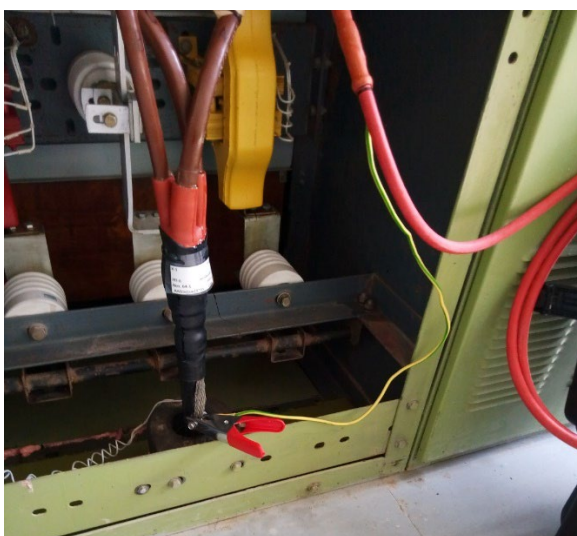
Правильно.

КЛ 35 кВ. Использована ПВХ трубка для оттяжки жилы кабеля от конструктивных элементов ячейки в целях уменьшения паразитных разрядов.



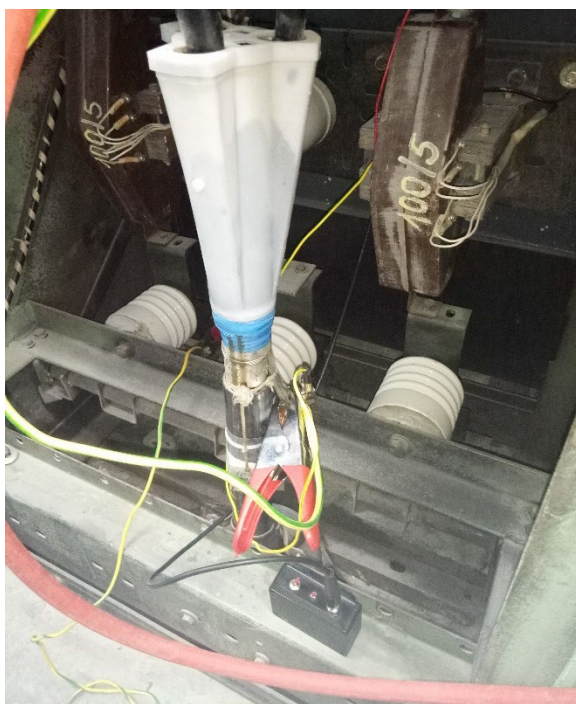
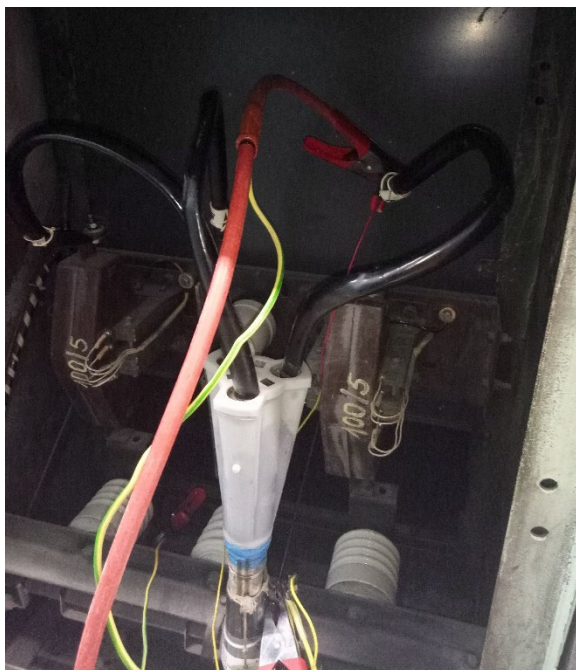
Неправильно.

КЛ 10 кВ. Жила испытываемого кабеля не отсоединена от трансформатора тока. Провод заземления присоединительного кабеля необходимо присоединить к оплетке кабеля.



Правильно.

КЛ 10 кВ. Провод заземления присоединительного кабеля правильно присоединен к оплетке кабеля.



Правильно.

КЛ 10 кВ БПИ. Отсутствуют касание и близкое расположение неэкранированных участков присоединительного и испытуемого кабелей, проводов заземления. Провод заземления присоединительного кабеля присоединен к оплетке кабеля.

Испытуемая жила расшинована, 2 другие жилы заземлены.

Красный провод калибратора правильно присоединен к жиле испытуемого кабеля. Черный провод калибратора правильно присоединен к оплетке кабеля на клещи провода заземления.

6. Общие сведения

ООО «Димрус» оставляет за собой право вносить изменения не принципиального характера в конструкцию регистратора и программное обеспечение без отражения их в настоящем руководстве по эксплуатации, не ухудшающие их свойств.

Информация о предприятии-изготовителе

ООО «ДИМРУС» (г. Пермь)

Разработка и поставка приборов и программного обеспечения по диагностике для различных отраслей промышленности.

Россия, 614500, Пермский край,
д. Ванюки, Шоссейный въезд, д.2

Тел.: (342) 212-23-18, 212-91-93

Адрес в интернете: <http://dimrus.ru>

e-mail: dimrus@dimrus.ru