

# ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1

## «Определение вида повреждения кабельной линии»

**Учебная цель:** формирование умений и навыков проведения диагностики и определения вида повреждения кабельной линии при помощи моста кабельного портативного ПКМ-105

### **Задание:**

1. Ознакомиться с теоретическим материалом по теме лабораторно-практической работы.
2. Ознакомиться с указаниями руководства по эксплуатации кабельного моста ПКМ-105
3. Выполнить при помощи моста кабельного портативного ПКМ-105 измерение величины междуфазовых емкостей и активных сопротивлений
4. Повторить измерения для уточнения или подтверждения вида повреждения
5. Оформить протокол испытаний (Приложение 1), сделать вывод по результатам выполненной работы о виде повреждения кабельной линии

### **Рекомендуемая литература**

Пантелеев Е.Г. Монтаж и ремонт кабельных линий.- М.: Энергоатомиздат, 1990. – 288 с. 4.

Ларина Э.Т. Силовые кабели и кабельные линии.- М.: Энергоатомиздат, 1985. – 365 с. 5.

Привезенцев В.А. , Ларина Э.Т. Силовые кабели и высоковольтные кабельные линии. -М.: Энергия, 1970. – 424 с. 6.

Шалыт Г.М. Определение мест повреждения в электрических сетях. – М.: Энергоиздат, 1982. – 312 с

### **Используемое оборудование:**

Лабораторная установка состоит из: модели кабельной линии электропередачи ОПКЛ.001, моста кабельного портативного ПКМ-105

### **Правила безопасности при выполнении лабораторно-практической работы**

-к выполнению работы допускаются лица, ознакомленные с мерами безопасности в соответствии с требованиями, приведенными в настоящем разделе;

- все измерения необходимо производить на отключенной с обеих сторон линии;

- во избежание выхода прибора ПКМ-105 из строя после каждого измерения необходимо предварительно разрядить линию, замкнув жилы между собой и на заземляющее устройство;

- подключение лабораторной установки к сети допускается только преподавателем;

-при питании прибора ПКМ-105 от внешнего источника убедиться в соответствии напряжения питания прибора напряжению питающей сети;

- запрещается работа на лабораторной установке при снятом кожухе;

--студенты обязаны бережно обращаться с оборудованием и измерительными приборами, и несут ответственность за их порчу или вывод из строя приборов и оборудования по их вине;

обо всех неисправностях приборов студенты обязаны немедленно сообщить преподавателю;

- студенты обязаны во время выполнения лабораторной работы соблюдать тишину, не покидать рабочего места без разрешения преподавателя.

## Рекомендации по выполнению лабораторно-практической работы

Прежде чем приступить к выполнению лабораторно-практической работы студент должен изучить содержание работы и порядок её выполнения, а так же пройти инструктаж по технике безопасности.

В процессе выполнения лабораторно-практической работы студент производит записи на черновом бланке, после чего оформляет протокол испытаний, в том числе представляя в последнем аргументированные выводы по обнаруженной неисправности.

**Внимание!!! При выполнении лабораторно-практической работы необходимо выполнить измерения для трех видов повреждений. Отчет о выполненной работе должен содержать три протокола испытаний заполненных на каждый вид повреждений. Повреждения вносятся преподавателем.**

После выполнения лабораторно-практической работы студент должен представить отчёт о проделанной работе.

Отчёт о выполненной работе следует выполнять согласно принятым требованиям к оформлению текстовых документов и должен содержать:

- тему и цель работы;
- протокол испытаний;
- выводы о проделанной работе.

Отчёт сдаётся преподавателю в указанные сроки и защищается индивидуально каждым студентом в процессе собеседования с преподавателем.

Лабораторно-практическая работа считается зачтённой, если:

- протокол испытаний заполнен верно, без помарок и исправлений;
- студент может пояснить выполнение любого этапа работы;
- отчёт выполнен в соответствии с требованиями к оформлению текстовых документов;

- студент отвечает на контрольные вопросы не менее 2/3 поставленного вопроса, при этом отсутствуют принципиальные (грубые) ошибки.

## Общие теоретические сведения

Все повреждения по характеру делятся на устойчивые и неустойчивые, простые и сложные.

К устойчивым повреждениям относятся короткие замыкания (КЗ), низкоомные утечки и обрывы. Характерной особенностью устойчивых повреждений является неизменность сопротивления в месте повреждения с течением времени и под воздействием различных дестабилизирующих факторов.

К неустойчивым повреждениям относятся утечки и продольные сопротивления с большими величинами сопротивлений, "заплывающие пробой" в силовых кабельных линиях, увлажнения места нарушения изоляции и другие. Неустойчивые повреждения могут самоустраняться, оставаться неустойчивыми или переходить при определенных условиях в устойчивые. Сопротивление в месте неустойчивого повреждения может изменяться как с течением времени, так и под воздействием различных дестабилизирующих факторов (напряжения, тока, температуры и др.)

Устойчивость повреждения может быть определена посредством измерения сопротивления изоляции и прозвонки поврежденного кабеля при отсутствии или наличии дестабилизирующих факторов. Это первая операция является обязательной для определения места повреждения как силовой кабельной линии.

Повреждения в кабельных линиях по их характеру могут быть подразделены на следующие виды:

1. Повреждения изоляции, вызывающие замыкание одной фазы на землю;
2. Повреждения изоляции, вызывающие замыкание двух или трёх фаз на землю, либо двух или трёх между собой;
3. Обрыв одной, двух или трех фаз одновременно без заземления или с заземлением как оборванных, так и необорванных;
4. Заплывающий пробой изоляции;
5. Сложные повреждения, представляющие комбинации из вышеупомянутых видов повреждений, а также повреждение линии одновременно в двух и более местах, каждое из которых может относиться к одному из вышеуказанных видов.

В кабельных линиях напряжением 6-10кВ, выполненных однофазными кабелями или кабелями с отдельными металлическими оболочками жил, двухфазные и трёхфазные повреждения изоляции практически происходят очень редко. Наиболее распространенным видом повреждения силовых кабельных линий является повреждение изоляции между жилой и металлической оболочкой кабеля или корпусом муфты, т.е. однофазного повреждения.

При повреждении кабельной линии в процессе работы или профилактических испытаний повышенным напряжением, прежде всего, необходимо выявить характер повреждения. В большинстве случаев для этого бывает достаточно с помощью мегаомметра определить следующее:

- а) сопротивление изоляции между парой токоведущих жил;
- б) сопротивление изоляции между каждой токоведущей жилой по отношению к земле;
- в) целостность токоведущих жил.

Измерения производятся на кабельной линии, которая отсоединена от источника питания и от неё отсоединены все электроприёмники. Измерение сопротивления изоляции КЛ рекомендуется производить мегаомметром на напряжение 2500 В. Для измерения электрического сопротивления токоведущих жил могут использоваться мосты постоянного тока. В том случае, если температура окружающей среды  $T$  при измерениях отличается от  $T_0$ , то после измерения производится пересчет сопротивления на температуру

Если мегаомметром не удастся определить характер повреждения изоляции, его определяют поочередными испытаниями изоляции токоведущих жил по отношению друг к другу и к металлической оболочке кабеля повышенным напряжением постоянного тока от испытательной установки.

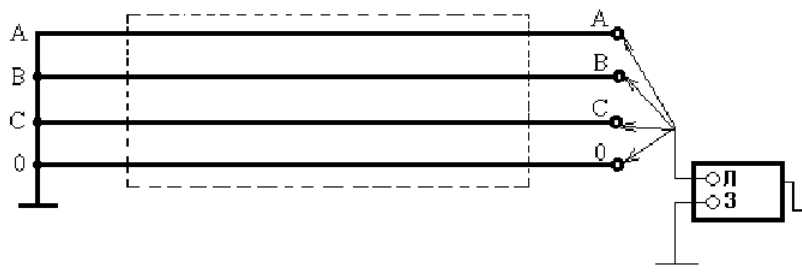
После того, как произведены все необходимые измерения и выявлен характер повреждения кабельной линии, выбирают методы определения места повреждения. Сначала находят зону повреждения кабельной линии затем различными методами измерения уточняют место повреждения непосредственно на трассе.

Для определения зоны повреждения линии принимают следующие относительные методы:

импульсный, метод колебательного разряда, петлевой, емкостный. Чаще всего используется импульсный и петлевой.

Чтобы уточнить место повреждения непосредственно на трассе линии, рекомендуется применять следующие абсолютные методы измерений: акустический, индукционный, метод накладной рамки.

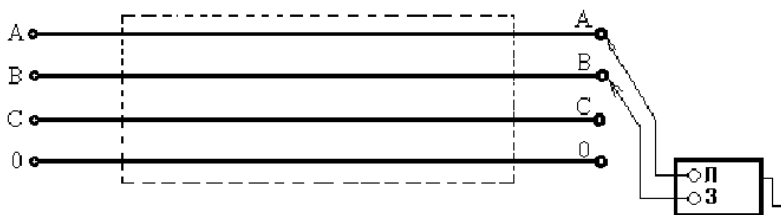
**Определение целостности жил кабельной линии (кабеля)** осуществляется мегаомметром по схеме представленной на рисунке 2.



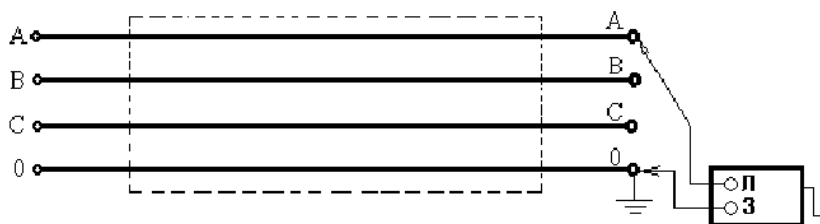
*Рисунок 2. Схема определения целостности жил кабеля.*

При проверке кабельным мостом осуществляется анализ величин сопротивления изоляции и емкости жил. При измерении сопротивления изоляции на поврежденной жиле (повреждение «обрыв жилы») показания прибора будут учитывать величины сопротивления участка кабеля до точки обрыва и воздушного промежутка. Емкость поврежденной жилы уменьшится пропорционально длине жилы.

**Измерение сопротивления изоляции кабельной линии между фазами и между фазой и землей** осуществляются с помощью мегаомметра на по схемам, представленным на рисунке 3 и рисунке 4.



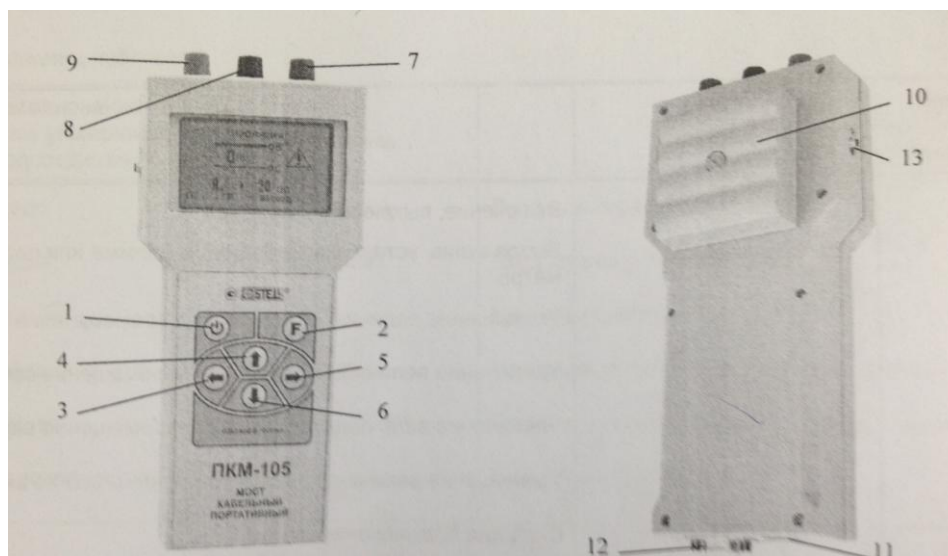
*Рис.3 Схема измерения сопротивления изоляции между фазами.*



*Рис.4 Схема измерения сопротивления изоляции между фазой и «землей».* Согласно ПУЭ, сопротивление изоляции должно быть не ниже 0.5МОм.

При измерении кабельным мостом ПКМ-105 сопротивление изоляции между поврежденными жилами (повреждение «межфазное замыкание», повреждение фазной изоляции относительно «земли») будет равняться «0». Емкость поврежденных жил будет стремиться к бесконечности.

В данной лабораторной работе используется кабельный мост ПКМ-105. Внешний вид верхней панели кабельного моста ПКМ-105 показан на рисунке 5



*Рисунок 5. кабельный мост ПКМ-105: 1-кнопка включения, выключения прибора; 2 – кнопка вызова меню, установки выбранного режима или параметра; 3, 4, 5, 6 – кнопки изменения величины параметра, перемещения; 7, 8, 9 – гнезда входа для подключения линии; 10 – крышка отсека аккумуляторов; 11 – гнездо подсоединения блока зарядки или внешнего источника; 12 – гнездо подключения компьютера; 13 – переключатель подсветки.*

В основу работы прибора ПКМ-105 положен мостовой метод измерения. Мостовой метод измерения используется при контрольных измерениях и для локализации высокоомных повреждений изоляции на кабелях.

Эти повреждения по величине сопротивления можно условно разделить на три группы:

1. Низкое сопротивление изоляции или короткое замыкание между жилами пары.
2. Низкое сопротивление изоляции жилы относительно земли или замыкание на землю.

### 3. Связь между парами

Для локализации повреждений в кабеле мостовым методом необходимым является наличие хотя бы одной «хорошей» жилы между местом подключения прибора и концом кабеля. «Хорошая» жила должна иметь высокое сопротивление изоляции. На практике в качестве «хорошей» жилы выбирается та, которая имеет наибольшее сопротивление изоляции.



## Порядок выполнения лабораторной работы

Убедитесь, что автоматический выключатель в однофазном источнике питания (код 218.9) отключен

Подключите однофазный источник питания (код 218.9) к розетке 220В сети питания лаборатории/мастерской с помощью сетевого шнура.

Подключите блок питания-зарядки универсальный к кабельному мосту ПКМ-105 и однофазному источнику питания.


Включите прибор трижды нажав кнопку «», при третьем нажатии удерживая её до включения прибора и появления на экране изображения (Рисунок 6). После окончания калибровки прибор выдаст запрос о выборе установок (Рисунок 7), установите режим с параметрами, записанными в начальной заводской установке памяти выбрав пункт «заводскими».



Рисунок 6

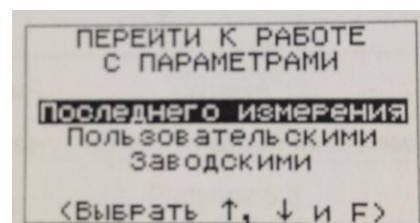


Рисунок 7

Установите в основном меню режим «Измерение» (Рисунок 8) и выберите пункт «Проверка» на экране появится схема проверки (Рисунок 9)

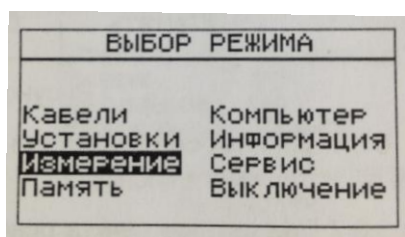


Рисунок 8

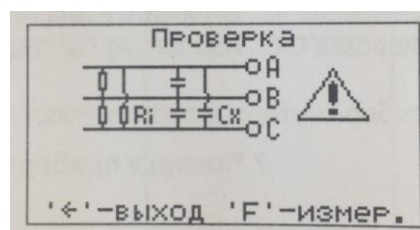


Рисунок 9

Вставьте в гнезда A2, B2, C2 на лицевой панели модели (код 2379) контактные штыри и подключите к ним соответственно измерительные проводники A, B, C кабельного моста ПКМ.

**Внимание! Во время измерений в режиме «Проверка» на клеммах A, B, C присутствует высокое напряжение.**

Для измерения нажмите кнопку «F», на экране появится результат измерения.

Полученные результаты запишите в таблицу 1 протокола проверки (Приложение 1).

Проанализируйте полученные показания (величины активных сопротивлений и междуфазовых емкостей), сделайте вывод о виде повреждения кабельной линии.

Подтвердите (уточните) вид повреждения подключив измерительные проводники А, В, С кабельного моста к трем другим жилам кабеля, например, соответственно к гнездам А2, В2, N2 на лицевой панели модели (код 2379) и повторите измерения.

Результаты полученные при подтверждении (уточнении) вида повреждения запишите в таблицу 2 протокола проверки. Сделайте вывод.

По завершении эксперимента выключите кабельный мост и отключите от источника питания.

Выполнить измерения для следующего вида повреждения, внесённого преподавателем (проводится 3 эксперимента).

## **Контрольные вопросы**

1. Какие виды повреждений относятся к устойчивым?
2. Каковы основные виды повреждений кабельных линий?
3. Приведите 2-3 примера сложного повреждения кабельной линии.
4. Какими методами и в каких случаях можно определить характер повреждения? Перечислить относительные и абсолютные методы измерений.
5. Какие основные измерения производятся для определения повреждений кабельной линии?
6. Как определить целостность жил кабельной линии и сопротивление изоляции кабельной линии (между фазами и между фазой и “землёй”)? Укажите схемы проверки мегаомметром.
7. Укажите особенность мостового метода измерений при определении повреждения кабельной линии.

# Приложение 1

## ПРОТОКОЛ ИЗМЕРЕНИЙ И ИСПЫТАНИЙ

### Технические характеристики кабельной линии

Марка кабеля/провода	ПУГВ 4x0,5	Длина кабельной линии	50м
-------------------------	------------	-----------------------	-----

**ТАБЛИЦА 1**

ОБОЗНАЧЕНИЕ ИСПЫТУЕМЫХ ЖИЛ НА ПРИБОРЕ	ПОКАЗАТЕЛЬ	ДЕФЕКТ
ЕМКОСТЬ ЖИЛ КАБЕЛЯ		
$C_{AB}$		
$C_{BC}$		
$C_{AC}$		
СОПРОТИВЛЕНИЕ ИЗОЛЯЦИИ		
$R_{AB}$		
$R_{BC}$		
$R_{CA}$		

**ТАБЛИЦА 2**

ОБОЗНАЧЕНИЕ ИСПЫТУЕМЫХ ЖИЛ НА ПРИБОРЕ	ДЕЙСТВИТЕЛЬНОЕ ОБОЗНАЧЕНИЕ ИСПЫТУЕМЫХ ЖИЛ	ПОКАЗАТЕЛЬ	ДЕФЕКТ
ЕМКОСТЬ ЖИЛ КАБЕЛЯ			
$C_{AB}$			
$C_{BC}$			
$C_{AC}$			
СОПРОТИВЛЕНИЕ ИЗОЛЯЦИИ			
$R_{AB}$			
$R_{BC}$			
$R_{CA}$			

Заключение о соответствии результатов измерений и испытаний кабельной линии

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Измерения провел: \_\_\_\_\_