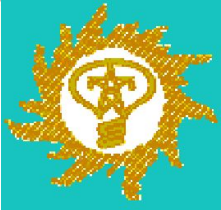


## Борисоглебские электрические сети

Половы определения мест повреждения в статорных сетях напряжением 6-35 кВ



## Введение

**Состояние распределительных сетей , наряду с влияющими на них факторами и эффективностью эксплуатации, существенно воздействует на их надёжность.**

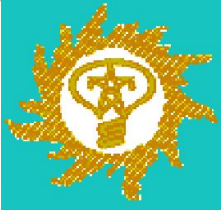
**Причины нарушений на ВЛ 6-10 кВ:**

- **Изменение конструкций материалов в процессе эксплуатации;**
- **Посторонние воздействия ( повреждения проводов механизмами больших габаритов, наезды на опоры, падение деревьев и ветвей с последующим схлестыванием, вызывающим пережоги верхнего повива и прочие);**
- **Грозовые перенапряжения;**
- **Недостатки эксплуатации;**
- **Нарушения, вызванные ветром и гололёдом;**



## Причины нарушений на ВЛ 6-10 кВ являются причинами коротких замыканий в электрических системах

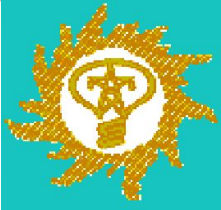




**АКСИОМА**

**ЧЕМ ЛУЧШЕ ОРГАНИЗОВАНА  
ЭКСПЛУАТАЦИЯ  
ЭЛЕКТРОУСТАНОВКИ, ТЕМ РЕЖЕ  
БЫВАЮТ В НЕЙ КОРОТКИЕ  
ЗАМЫКАНИЯ !**





# Немного теории

**Коротким замыканием называется всякое непредусмотренное нормальными условиями работы замыкание между фазами, а в системах с заземлённой нейтралью (или четырехпроводных) также замыкание одной или нескольких фаз на землю (или на нулевой провод).**

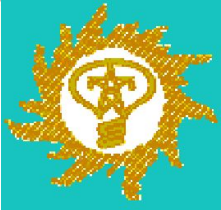
ПРИ КОРОТКИХ ЗАМЫКАНИЯХ МОЖЕТ ПОВЫСИТЬСЯ ТЕМПЕРАТУРА ТОКОВЕДУЩИХ ЧАСТЕЙ И ПРОИЗОЙТИ ПОВРЕЖДЕНИЕ ПРОВОДНИКОВ И ИЗОЛЯЦИИ. Развиваемые при этом электродинамические усилия могут разрушить электрооборудование. Понижение напряжения вследствие короткого замыкания при определённой его длительности приводит к остановке – «опрокидыванию» электродвигателей. В магистральных сетях короткие замыкания могут нарушить устойчивость электрической системы, что является наиболее серьёзной и длительно устраняемой аварией.

**Сила тока замыкания на землю не должна превосходить следующих значений:**

при напряжении:	6 кВ	-----	30А
	10 кВ	-----	20А
	20 кВ	-----	15А
	35 кВ	-----	10А

**В электрических сетях напряжением 6-35 кВ, имеющих железобетонные или металлические опоры, ток замыкания на землю во всех случаях не должен превышать 10 А.**

**Если ток замыкания на землю не превышает указанных значений, то при замыкании фазы на землю нет необходимости немедленно отключать линию, и она может работать до тех пор, пока не будет найден и отключен для ремонта повреждённый участок. Обычно это рекомендуется выполнять в течении не **более двух часов**.**



## Совершенствование работы электросетей

**В целях решения вопроса оперативности отыскания повреждённых участков на ВЛ, Российскими инженерами были разработаны и созданы ряд приборов позволяющих определять поврежденные присоединения при однофазных замыканиях на землю в сетях 6-35-110 кВ, работающих с изолированной нейтралью.**



**ИМФ-3С**



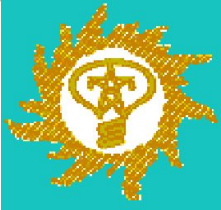
**ИМФ-10Т**



**ИМФ-3 Р**



**КВАНТ**



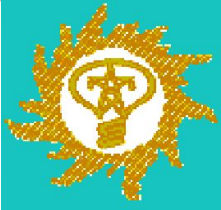
## Совершенствование работы электросетей



**ИМФ-3С**

- Индикатор микропроцессорный фиксирующий ИМФ-3С предназначен для непосредственного определения расстояния до места короткого замыкания на воздушных линиях электропередач напряжением 110 - 750 кВ. Устройство ИМФ-3С предназначено для линий простой конфигурации, параллельных магнитосвязанных линий, а также линий с ответвлением и может устанавливаться на линиях с односторонним либо двухсторонним питанием.
- Устройство фиксирует вид КЗ, расстояние до КЗ в километрах, дату и время возникновения аварии, длительность и ток короткого замыкания, токи и напряжения прямой, обратной и нулевой последовательностей, а также позволяет снять векторную диаграмму нагруженного и аварийного режимов.
- Устройство обеспечивает два режима работы: селективный и неселективный. При селективном режиме параметры аварии будут фиксироваться в памяти устройства только при выполнении условий запуска и хотя бы кратковременном замыкании внешнего контакта, а при неселективном - при любом выполнении условий запуска.
- Устройство имеет тестовый режим для ввода в эксплуатацию без дополнительных приборов, память на 9 аварийных ситуаций, в которой сохраняются все параметры последних девяти КЗ. Максимальное индицируемое на индикаторе расстояние составляет 999,9 км.





- Устройство ИМФ-10Т предназначено для селективного определения поврежденного присоединения при однофазных замыканиях на землю в сетях 6-35 кВ, работающих с изолированной нейтралью или в сетях с недокомпенсированного емкостного тока в сетях с компенсированной нейтралью при токах замыкания на землю от 0,25 до 40 А.



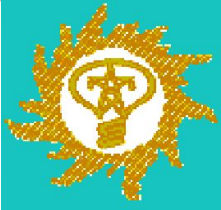
**ИМФ-10Т**

Устройство ИМФ-10Т предназначено для работы с трансформаторами тока нулевой последовательности (ТТНП) кабельного типа или со специальными ТТНП для КРУН с воздушными выводами на однострансформаторных и двухтрансформаторных подстанциях.

Принцип работы устройства основан на фиксации и контроле угла между напряжением  $U_0$  и токами  $3I_0$  на всех контролируемых присоединениях. Контроль величины  $U_0$  и сравнение ее с уставкой производится непрерывно. Фиксация векторов напряжения  $U_0$  и токов  $3I_0$  присоединений происходит при превышении напряжением  $U_0$  величины установленной уставки. После фиксации производится сравнение углов (направлений тока) на всех присоединениях. Условием повреждения присоединения является, во-первых, превышение током  $3I_0$  установленной уставки, и, во-вторых, соответствующее направление этого тока относительно вектора  $U_0$ .

Устройство ИМФ-10Т обеспечивает возможность передачи номера поврежденного фидера, а также наличие напряжения  $U_0$  на диспетчерский пункт по стандартным каналам телемеханики



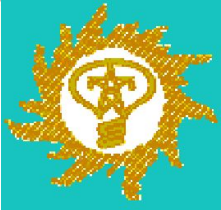


## Совершенствование работы электросетей



ИМФ-3 Р

- В устройстве реализовано ОМП неоднородных по длине линий. Применение деления линии на однородные участки позволило не только учитывать различные удельные характеристики линии на разных участках, но и учесть частичную взаимоиндукцию, в том числе на сложных трассах с расхождением и схождением параллельных линий (естественно, при наличии тока 310 параллельной линии). Устройство позволяет учитывать влияние ответвлений как от своей линии, так и от параллельных линий, причем нескольких. Максимальное количество неоднородных участков для описания линии - 9.
- В конструкции изделия применен так называемый поверхностный монтаж печатных плат, резко уменьшающий габариты и потребляемую мощность, а также существенно увеличивающий надежность и помехоустойчивость устройства.
- Индикатор микропроцессорный фиксирующий ИМФ-3Р предназначен для непосредственного определения расстояния до места короткого замыкания на воздушных линиях электропередач напряжением 110, 220 кВ и выше. Устройство ИМФ-3Р предназначено для линий простой конфигурации, параллельных магнитосвязанных линий, а также линий с ответвлениями и может устанавливаться на линиях с односторонним либо двухсторонним питанием. Предусмотрена возможность работы на линиях с частичной взаимоиндукцией (при возможности подвода к прибору тока нулевой последовательности параллельной линии), а также ответвлениями от параллельной линии.
- Устройство фиксирует вид КЗ, расстояние до КЗ в километрах, дату и время возникновения аварии, длительность и ток короткого замыкания, токи и напряжения прямой, обратной и нулевой последовательностей, а также позволяет снять векторную диаграмму нагрузочного и аварийного режимов. Ввод необходимых уставок, таких как номинальные первичные значения токов и напряжений измерительных трансформаторов, значения удельных активных и реактивных сопротивлений линии, времени фиксации и других, производится с помощью клавиатуры при установке изделия с выводом регулируемых величин на индикатор.
- Устройство обеспечивает два режима работы: селективный и неселективный. При селективном режиме параметры аварии будут фиксироваться в памяти устройства только при выполнении условий запуска и хотя бы кратковременном замыкании внешнего контакта, а при неселективном - при любом выполнении условий запуска.
- Устройство имеет тестовый режим для ввода в эксплуатацию без дополнительных приборов, память на 9 аварийных ситуаций, в которой сохраняются все параметры последних девяти КЗ, включая цифровые осциллограммы аналоговых сигналов в течение времени до 1 секунды. Максимальное индицируемое на индикаторе расстояние составляет 999,9 км.



## Совершенствование работы электросетей

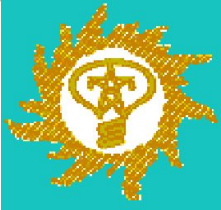


**КВАНТ**

- Прибор КВАНТ предназначен для определения места однофазного замыкания на землю в сетях 6-35 кВ с изолированной и компенсированной нейтралью. Прибор КВАНТ также может использоваться для поиска обрывов, повреждения изоляции опор и дистанционного контроля тока нагрузки и напряжения в сетях 0,4 кВ, что позволяет обнаружить хищение электроэнергии в быту бесконтактным способом.
- Устройство КВАНТ имеет несколько пределов измерения, а также режим контроля целостности предохранителей. Прибор питается от встроенных аккумуляторов и предназначен для работы в полевых условиях. Выбор требуемого режима работы устройства осуществляется всего одной кнопкой.

Прибор КВАНТ обеспечивает:

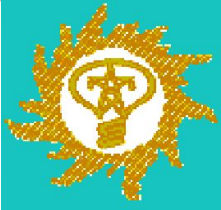
- контроль тока нагрузки на воздушных линиях электропередач (ВЛ) 0,4-35 кВ;
- контроль наличия напряжения на ВЛ 6-35 кВ;
- определение места однофазного замыкания на землю в сетях 6-35 кВ;
- определение места обрыва провода в сетях 6-35 кВ;
- определение опоры, находящейся под напряжением 6-35 кВ;
- проверку исправности обесточенных предохранителей или целостности электрической цепи.



Совершенствование работы электросетей

**Разработчиками этих приборов  
совместно с Ивановским  
Государственным Энергетическим  
Университетом являются ЗАО  
"Радиус-Автоматика"**





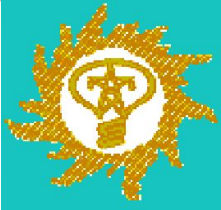
## Совершенствование работы электросетей



Наиболее удобным прибором в эксплуатации для определения мест повреждений в электрических сетях напряжением 6-35 кВ является переносной прибор «КВАНТ»

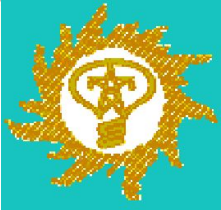
В настоящее время прибор эксплуатируется более чем в 45 энергосистемах РФ.





### • Основные технические характеристики

<i>Частота контролируемых высших гармонических составляющих</i>	<i>550 Гц</i>
<i>Чувствительность к магнитному полю на частоте 550 Гц, не хуже</i>	<i><math>1,5 \cdot 10^{-4}</math> А/м</i>
<i>Чувствительность к магнитному полю на частоте 50 Гц, не хуже</i>	<i><math>1,5 \cdot 10^{-2}</math> А/м</i>
<i>Чувствительность к электрическому полю на частоте 50 Гц, не хуже</i>	<i>10 В/м</i>
<i>Источник питания</i>	<i>аккумуляторы (4 шт)</i>
<i>Рабочий диапазон температур</i>	<i>-20..+40°С</i>
<i>Габаритные размеры</i>	<i>170´110´60 мм</i>
<i>Масса с источником питания, не более</i>	<i>0,6 кг</i>

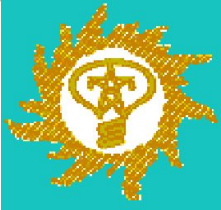


## НАЗНАЧЕНИЕ ПРИБОРА «КВАНТ»

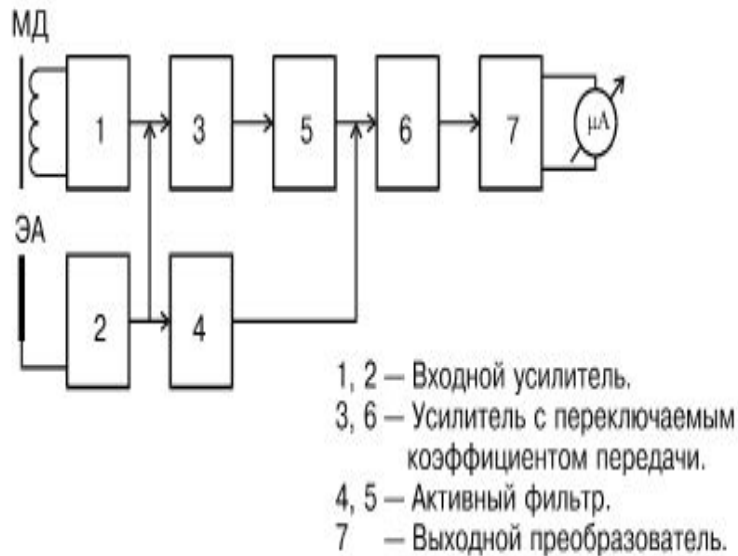
Прибор «Квант» предназначен для контроля тока нагрузки и определения мест повреждения в распределительных электросетях.

Прибор обеспечивает:

- контроль исправности прибора;
- контроль наличия напряжения на воздушных линиях (ВЛ) электропередач 6—35 кВ;
- контроль тока нагрузки на ВЛ 0,4—35 кВ;
- определение места замыкания на землю в сетях 6—35 кВ;
- определение места обрыва провода в сетях 6—35 кВ;
- определение опоры, находящейся под напряжением 6—35 кВ;
- световую проверку исправности обесточенных предохранителей или целостности электрической цепи.



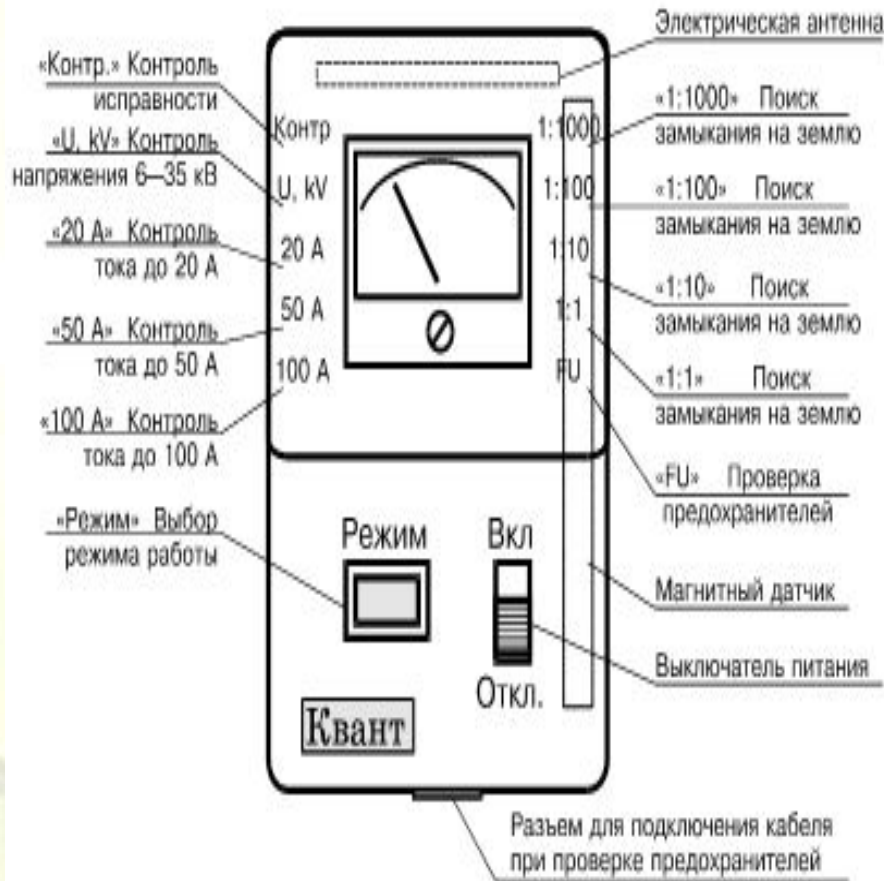
## Структурная схема прибора «Квант»



Определение места замыкания на землю в сетях 6—35 кВ основано на измерении вблизи ВЛ уровня высших гармонических составляющих магнитного поля тока нулевой последовательности с помощью магнитного датчика, настроенного, в этом режиме, на частоту 550 Гц. Сигнал с МД проходит через усилители 1 и 3, активный фильтр (550 Гц) 5, усилитель 6 и поступает на выходной преобразователь 7. Коэффициент передачи усилителя можно изменять в соотношении 1:1000; 1:100; 1:10; 1:1 в зависимости от уровня тока замыкания на землю.



## Расположение органов управления и индикации прибора «Квант»



### Контроль исправности прибора

В режиме «КОНТР.» напряжение источника питания подается на выходной преобразователь 7, нагрузкой которого служит микроамперметр. При исправности источника питания и выходного преобразователя стрелка прибора отклоняется на 90—150 делений шкалы (в настоящем ТО деления шкалы приводятся для приборов с полной шкалой 200 делений).

Контроль наличия напряжения 6—35 кВ осуществляется с помощью встроенной электрической антенны. Электрической антенной служит металлическая пластина, расположенная в передней части прибора. Сигнал с электрической антенны через усилитель 2, активный фильтр (50 Гц) 4 и усилитель 6 поступает на выходной преобразователь 7.

Отклонение стрелки микроамперметра сигнализирует о наличии электрического поля частотой 50 Гц.

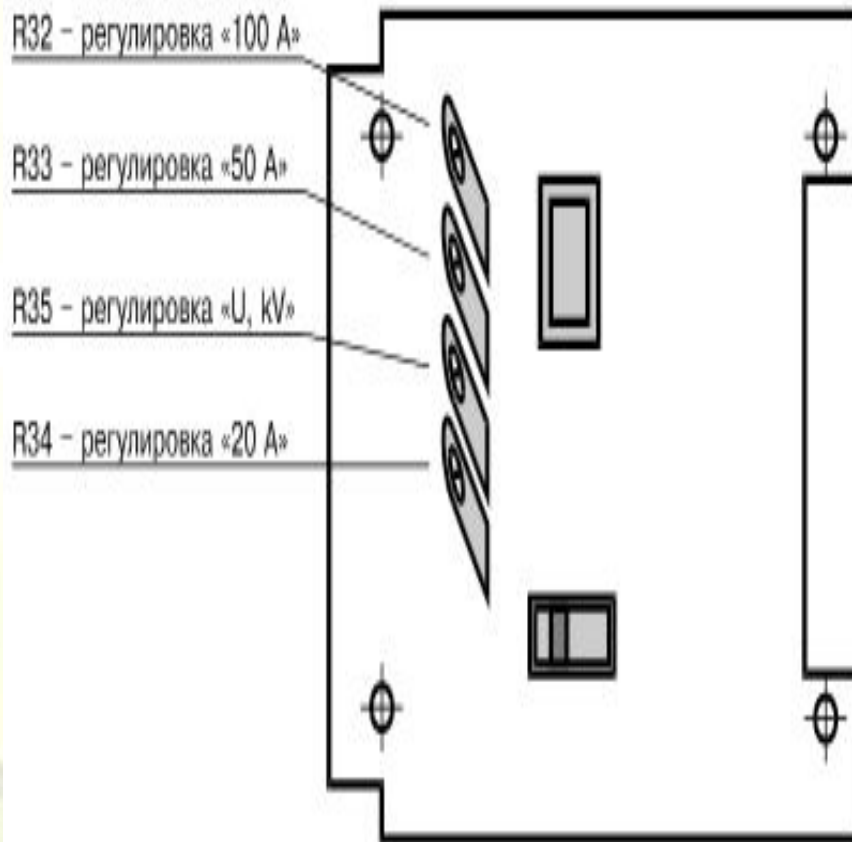
Контроль тока нагрузки ВЛ осуществляется с помощью магнитного датчика. Магнитным датчиком служит катушка индуктивности с разомкнутым стержневым ферритовым сердечником, которая расположена в правой части прибора.

Катушка является частью колебательного контура, настроенного на частоту 50 Гц. Через усилитель 1, активный фильтр (50 Гц) 4 и усилитель 6 сигнал с магнитного датчика поступает на выходной преобразователь 7.





## Расположение регулировочных элементов на плате прибора «Квант»

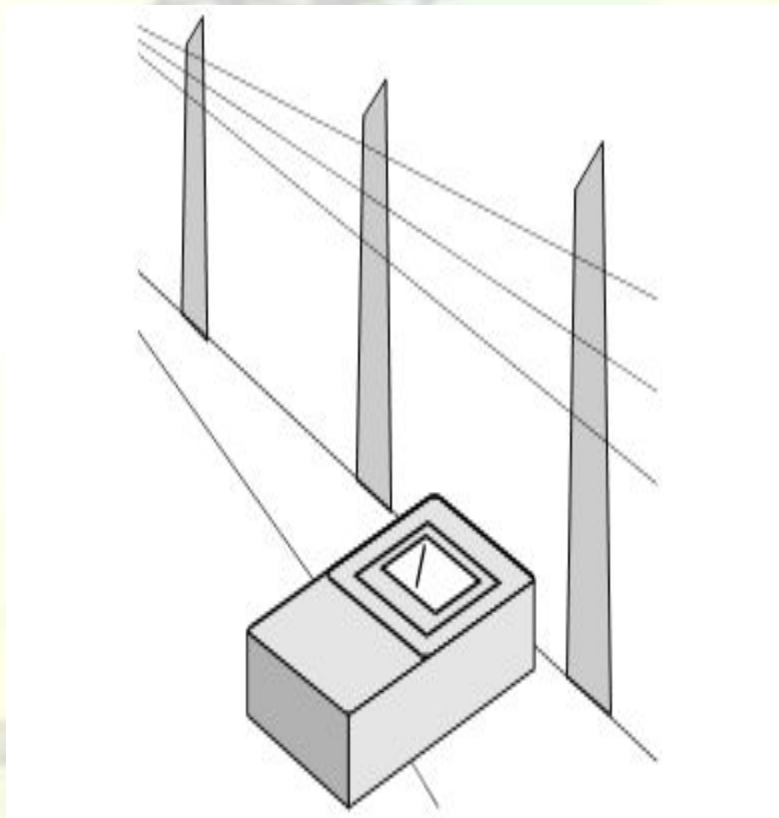


Для изменения, в случае необходимости, чувствительности критическому полю служит резистор R35. Пределы регулируемого тока (20 А, 50 А, 100 А) указаны для ВЛ 0,4 кВ.

Для изменения чувствительности прибора служат резисторы R32, R33 и R34 соответственно для пределов 100 А, 50 А, 20 А.



## Положение прибора «Квант» у ВЛ при контроле тока нагрузки, наличия напряжения и поиске замыкания на землю



Включение питания осуществляется переключателем «ВКЛ/ОТКЛ».

Выбор режима работы осуществляется последовательно, путем нажатия кнопки «РЕЖИМ». При этом загорается соответствующий выбранному режиму светодиод.

При включении питания прибор переходит в режим «КОНТР.».

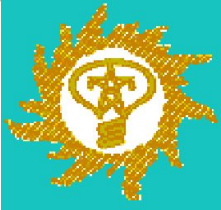
Пользоваться прибором можно при отклонении стрелки в этом режиме на 90—150 делений шкалы.

Для контроля наличия напряжения на ВЛ 6—35 кВ оператор должен подойти к ВЛ на расстояние 5—6 м и сориентировать прибор перпендикулярно оси ВЛ.

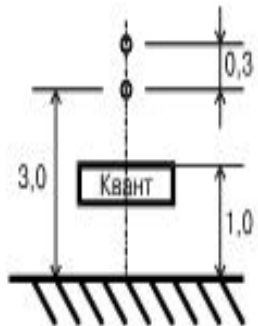
В режиме «U кV» при наличии напряжения прибор должен показывать не менее 60 делений шкалы.

При контроле напряжения следует учитывать влияние электрического поля соседних ВЛ и экранирующее действие людей, техники или других объектов, расположенных между прибором и ВЛ.

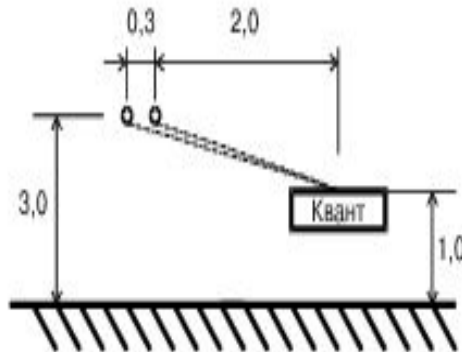
Для контроля тока нагрузки на ВЛ 0,4 и 6—35 кВ оператор должен подойти к ВЛ на расстояние соответственно 2—3 и 5—6 м. Сориентировать прибор перпендикулярно оси ВЛ. Выбрать необходимый режим контроля тока. Контроль тока нагрузки на ВЛ 0,4 кВ может производиться на пределах: «20 А», «50 А» и «100 А». Значение тока при этом определяется путем деления показаний прибора на коэффициенты 10, 4 и 2 соответственно для каждого из пределов.



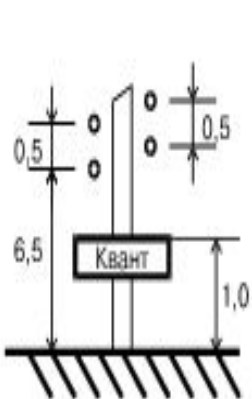
## Определение коэффициента N при оценке тока прибором «Квант»



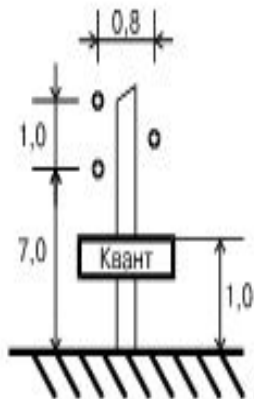
а) ВЛ 220 В N=1



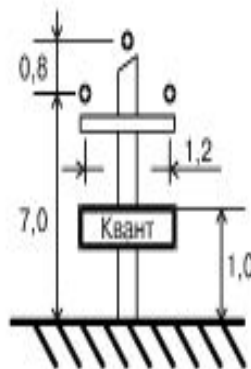
б) ВЛ 220 В N=2



в) ВЛ 0,4 кВ N=3



г) ВЛ 10 кВ N=2



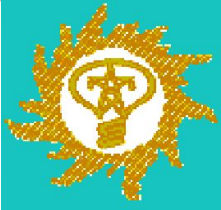
д) ВЛ 10 кВ N=3

Все расстояния указаны в метрах

Устройство отградуировано для измерения тока в проводах ввода в здания при вертикальном взаимном расположении проводов и горизонтальном положении прибора. При другом расположении проводов показания прибора следует умножить на соответствующий коэффициент N.

Контроль тока нагрузки на ВЛ других конфигураций производится на тех же пределах с учетом поправочного коэффициента, определяемого опытным путём.





## Методика отыскания «ЗЕМЛИ» прибором «Квант»

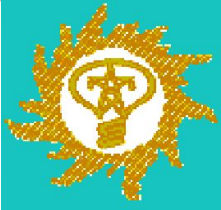
Для определения места замыкания на землю на ВЛ 6—35 кВ используются режимы 1:1000, 1:100, 1:10 и 1:1 в зависимости от уровня тока замыкания на землю. Определение места замыкания начинается с определения поврежденной ВЛ. Для этого необходимо произвести измерения магнитного поля вблизи всех ВЛ, отходящих от шин питающей подстанции. Оператор должен подойти к одной из отходящих ВЛ, вблизи выхода ее с территории подстанции, на расстояние 5—8 м от оси ВЛ. Встать лицом к ВЛ, держа прибор перед собой перпендикулярно оси ВЛ (руки оператора должны быть расположены в районе органов управления прибора). Кнопкой «РЕЖИМ» устанавливается необходимый режим чувствительности, при котором стрелка прибора не «зашкаливает». Показания прибора и режим чувствительности следует запомнить. Такие же измерения необходимо произвести вблизи других отходящих ВЛ. Поврежденная ВЛ определяется по максимальному из всех измерений показанию прибора. После определения поврежденной ВЛ измерения производятся в местах разветвлений этой ВЛ. Показания на поврежденном ответвлении значительно больше, чем на неповрежденном ответвлении. Для определения места повреждения на поврежденном ответвлении производятся последовательные измерения вдоль этого ответвления. Переход через место повреждения определяется по резкому снижению показаний прибора.

Все измерения на поврежденной ВЛ должны производиться на расстоянии 5—6 м от оси ВЛ. Рекомендуется производить измерения на том же режиме чувствительности, на котором производились измерения при отыскании поврежденной ВЛ на подстанции. В процессе поиска места повреждения возможно самоустранение замыкания, а также отключение поврежденной ВЛ релейной защитой при переходе однофазного замыкания в междуфазное. Поэтому рекомендуется в процессе поиска контролировать наличие в сети замыкания на землю. Для этого при измерении на подстанции на расстоянии 5—6 м от любой из ВЛ прибор переводят в режим «U kV» и запоминают показания прибора. Примерно такие же показания будут при измерении в любой точке сети при таком же удалении от ВЛ, если замыкание в сети сохранится. При устранении замыкания показания прибора уменьшатся в 5—10 раз, а при отсутствии напряжения, в случае отключения ВЛ, будут близки к нулю.

Для определения находящейся под напряжением опоры ВЛ 6—35 кВ с поврежденной изоляцией оператор должен подойти к опоре на расстояние 8—9 м и установить режим «U kV». Если опора находится под напряжением, то показания прибора возрастают в 5—10 раз по сравнению с показаниями у ВЛ на неповрежденном участке, на том же расстоянии.

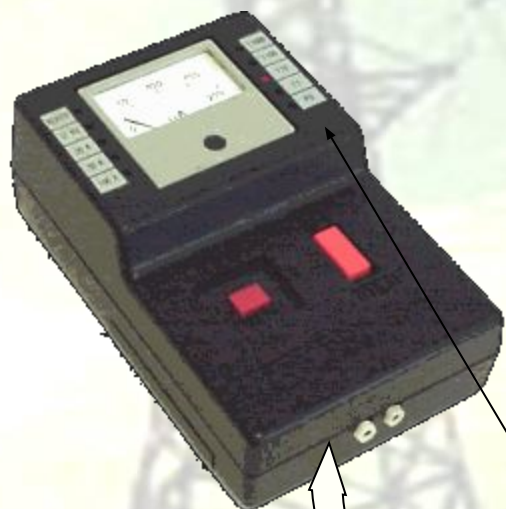
Для определения места обрыва провода ВЛ 6—35 кВ оператор устанавливает режим «U kV» и производит контроль электрического поля на расстоянии 5—6 м от ВЛ. Показания прибора за местом обрыва возрастают в 5—10 раз по сравнению с показаниями до места обрыва.



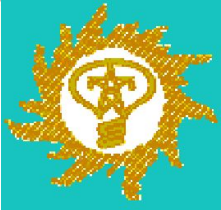


## Проверка предохранителей прибором «Квант»

**Проверку предохранителей или прозвонку цепей производить при отключении предохранителей или цепей от электросети!**



Проверку предохранителей можно производить в любом режиме работы прибора. Для этого подключите кабель для проверки предохранителей к разъему, расположенному на торцевой части прибора при замыкании щупов кабеля через годный предохранитель или цепь с сопротивлением меньше 1 кОм загорится светодиод «FU».



**Спасибо за внимание!**