

---

---

# ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

---

---

УДК 621.315.1

А.М. Брунов  
магистрант  
Нижегородский государственный  
инженерно-экономический университет  
г. Княгинино, Россия

## АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТ ПОВРЕЖДЕНИЙ ПРИ ОДНОФАЗНЫХ ЗАМКНЕНИЯХ НА ЗЕМЛЮ В СЕТЯХ 6-35 КВ

### Определение места повреждения (ОМП)

Задача определения места повреждения ОМП всегда была и остаётся актуальной, поскольку её решение направлено на повышение надёжности энергоснабжения. Большая часть электрической энергии распределяется потребителям через распределительные электрические сети напряжением 10 кВ. Линии электропередачи ЛЭП этого напряжения довольно часто повреждаемые элементы энергосистемы. Выход из работы линии всегда сопровождается либо недоотпуском электроэнергии, либо снижением надёжности и нарушением электроснабжения. Поэтому одной из важнейших задач линейных ремонтных служб предприятий электросетей является самый быстрый поиск места повреждения и организация ремонтно-восстановительных работ. До появления в начале 80-х годов века в энергосистемах приборов, предназначенных для определения места повреждения, поиск совершался путём обходов, объездов, иногда облетов на вертолёте трассы линии. На это тратилось значительное время, поскольку линии имеют большую протяжённость, а трасса часто идёт по труднопроходимой местности. К тому же место повреждения иногда плохо различимо даже с близкого расстояния: на гирлянде изоляторов после перекрытия часто не остаётся значительных следов обгорания.

Ещё сложнее обстоит дело с поиском места самоустраняющегося повреждения: при коротком замыкании после автоматического повторного включения линия остаётся в работе. Между тем ремонтным службам информация о таких повреждениях крайне необходима, поскольку после них часть изоляторов в гирлянде оказывается пробитой, и на линии остаётся узкое место, которое в будущем способно привести к возникновению аварии.

### ОМП при однофазных замыканиях на землю в сетях 6-35 кВ

В бездуговых ОЗЗ однофазные замыкания на землю, результирующий ток замыкания на землю, протекающий через место повреждения и по поврежденной фазе, содержит помимо реактивного ёмкостного тока ещё и активный ток утечки двух других неповреждённых фаз.

При разработке защит от ОЗЗ наиболее предпочтительным вариантом выяснения реальной картины процессов, происходящих при замыканиях на землю, является метод мате

математического моделирования. Метод физического моделирования и проведение натурных испытаний целесообразно применять главным образом в целях проверки и настройки уже созданных образцов защиты от замыканий на землю. Математическое моделирование благодаря непрерывному расширению возможностей современной вычислительной техники получило в последние десятилетия ускоренное развитие и как следствие широкое внедрение в научно-проектных институтах и лабораториях. К достоинствам математического моделирования следует отнести его гибкость, быструю смену параметров, сохранение и многократное использование любых характеристик цепей и переходных процессов, передача их на печать, а также возможность проведения вероятностно-статистических исследований.

Существенное влияние на характеристики решения задач ОМП ЛЭП кВ оказывают следующие факторы: топология распределительной сети, режимы заземления, нейтрали, конструктивное исполнение линий электропередачи, виды и причины повреждений ЛЭП.

Возможные повреждения вызваны конструктивными недостатками, несовершенством обслуживания, некачественным обслуживанием, дефектами монтажа, ошибками при проектировании, неудовлетворительной эксплуатацией оборудования, ненормативными условиями и режимами работы. В число наиболее характерных причин возникновения повреждений ЛЭП включают:

нарушение изоляции из-за пробоя, старения вследствие перекрытия на деревьях, кустарниковую растительность, ДКР, строительную технику и др.;  
злоумышленные повреждения, наброс на ЛЭП, повреждения кабелей при земляных работах и т.д.

обрывы проводов и тросов, вызванные ветряными нагрузками, гололёдом и др.;  
повреждения, связанные с животными и птицами, повреждения выводов из кабельных воронок крысами, гнездование птиц на разрядниках, траверсах с опорной изоляцией и др.;  
пробой или перекрытие ударом молнии опорных или подвесных изоляторов, выключателей и др.

ошибки оперативного и эксплуатационного персонала, заземление цепи, находящейся под напряжением, разрыв разъединителями рабочего или ёмкостного тока и т.д.

Одними из самых опасных видов повреждений в сетях кВ свойственных как ВЛ, так и КЛ являются обрывы фазных проводов. Основные причины обрыва проводов связаны с неправильной работой в охранной зоне ЛЭП, сторонних лиц, дефектами монтажа, ветровыми нагрузками и гололёдом. Чаще всего обрывается один из трёх фазных проводов, нарушается симметрия, возникают токи и напряжения обратной последовательности. Это приводит к длительным недопустимым режимам работы электроприёмников потребителей.

### Заключение

Решение задачи определения места повреждения ОМП позволит сократить время аварийного выхода из строя оборудования и обеспечить повышение надёжности электропитания потребителей.

Различия в топологии, режимах заземления, нейтрали, конструктивном исполнении и видах повреждений распределительных электрических сетей кВ определяют особенности методов ОМП.

Существующие дистанционные методы ОМП воздушных ЛЭП кВ с отпайками при однофазных замыканиях на землю обладают низкой точностью и неоднозначностью.

Топографические методы ОМП ЛЭП не соответствуют современным требованиям автоматизации и эксплуатации электрических сетей а также условиям рынка электроэнергетики  
Методы ОМП по параметрам аварийного режима в сетях напряжением кВ являются универсальными и позволяют производить расчёт расстояния до повреждения

Список литературы

- Семенов В В Философия итог тысячелетий Философская психология В В Семенов Пу  
щино ПНЦ РАН с  
Болтон У Карманный справочник инженера метролога М Додека с  
Тубинис В В Особенности организации коммерческого учета электроэнергии в распределительных устройствах кВ с токоограничивающими реакторами Электро № с  
Буренков Е В Автоматизированные системы учета потребления энергоресурсов в условиях либерализованного рынка Вестник Госэнергонадзора № с  
РАСШИРЕНИЕ ПОНЯТИЯ НАДЕЖНОСТЬ В СОВРЕМЕННОЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ Куликов А Л  
Осокин В Л Папков Б В Шилова Т В Вестник НГИЭИ № С

© А.М. Брунов, 2018

УДК 621.315.1

А.М. Брунов  
магистрант  
Нижегородский государственный  
инженерно-экономический университет  
г. Княгинино, Россия

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ОДНОФАЗНЫХ ЗАМЫКАНИЙ НА ЗЕМЛЮ  
ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ АЛГОРИТМОВ ОМП**

Основные принципы моделирования

Имитационные модели могут применяться

для исследования лимитов и структур систем для решения конкретных проблем

для выявления и поиска критических элементов компонентов и точек в исследуемых системах и процессах

для идентификации и оценки требуемых решений

для оценки и планирования последующего развития исследуемых систем

Технология имитационного моделирования берет свое начало с определения требуемых решений проблем что в свою очередь определяет состав и границы исследуемой системы Построение имитационной модели исследуемой системы хотя и зависит от специфических нюансов решаемой проблемы требует определенной методологической схемы Имитационный язык обеспечивает исследователя такой схемой а также осуществляет показ модели в доступной вычислительной системе виде ЭВМ на котором исследуется конкретная имитационная модель выдает информацию о поведении модели которая в последствии может быть проведена в процессе решения проблемы