|  |  |
| --- | --- |
|  | **«УТВЕРЖДАЮ»**  **Главный инженер АО «НГМК»**  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ **А.Ф. Равшанов**  **«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2022г.** |

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ**

на выполнение научно-исследовательской работы на тему:

**«****Разработка устройства защиты от однофазных замыканий на землю (ОЗЗ)  
в сетях с изолированной нейтралью, обладающей 100%ной селективностью»**

**Начальник ИЦ АО «НГМК» К.У. Гафуров**

**Главный энергетик АО «НГМК» Г.О. Холбоев**

**Начальник ЦСиП АО «НГМК» К.Т. Хасанов**

**Начальник ЦЭЛ ЦСиП АО «НГМК» Л.А. Пулатов**

**Начальника УРЗАВВИИ ЦСиП АО «НГМК» С.И. Норбаев**

**Навои 2022г.**

1. ***Общие положения***
   1. Тема работы: «Разработка устройства защиты от однофазных замыканий на землю в сетях с изолированной нейтралью, обладающей 100%ной селективностью».
   2. Основание для выполнения работ: План инновационного развития Навоийского горно-металлургического комбината на 2022 год, с привлечением сторонних организаций.
   3. Срок выполнения работы: один календарный год с момента заключения договора.
   4. Заказчик: Акционерное общество «Навоийский горно-металлургический комбинат» (далее по тексту – НГМК).
   5. Исполнитель: определяется на конкурсной основе.
   6. Потребитель конечных результатов: Подразделения АО «НГМК»
   7. Для проведения исследований Заказчиком предоставляется необходимые технические данные оборудования по требованию исполнителя.
2. ***Актуальность и цель выполняемой работы***

*Актуальность работы:* Проблема массового применения **защит от** однофазных замыканий на землю **(далее по тексту – ОЗЗ)** в сетях  
с изолированной нейтралью 6-35кВ состоит в том, что большинство используемых на данный момент устройств показывают низкую эффективность из-за частых отказов в срабатывании, ложных и излишних срабатываний. **Низкая эффективность данных защит** связана со сложностью и многообразием факторов, связанных с протеканием процессов, которые используются для защит  
от замыканий на землю. **Основные факторы**, влияющие на работу защиты  
от замыканий на землю, это:

- вид замыкания (металлическая связь, замыкание через переходное сопротивление, замыкание через дугу);

- устойчивость замыкания (устойчивые и неустойчивые: прерывистое замыкание и замыкание через перемежающуюся дугу);

- наличие небалансов нагрузки в сети;

- переходные процессы схожие с процессами при ОЗЗ (включение линии, наводка к линиям от других ЛЭП при ОЗЗ и т.д.).

В настоящее время в практике используются следующие типы защит от ОЗЗ:

## Токовая защита нулевой последовательности.

Наиболее простая и распространенная защита от ОЗЗ является**токовая индивидуальная защита нулевой последовательности**, реагирующая на ток нулевой последовательности (далее НП) рабочей частоты. Однако для обеспечения условия селективности действия эти защиты должны отстраиваться от собственного ёмкостного тока фидера, что с учетом бросков ёмкостного тока  
в момент замыкания ограничивается чувствительность защиты.

В целом индивидуальные**ненаправленные токовые защиты** от ОЗЗ могут быть эффективны лишь в установках, с большим количеством подключенных  
к секции присоединений, каждое из которых имеет малый ёмкостный ток. При этом отстройка от этого тока не приведет к недопустимому **снижению чувствительности**. Этот случай характерен, например, для цехов предприятий  
с большим количеством маломощных электродвигателей, включенных через короткие кабели. Однако если в такой сети установлен дугогасящий реактор,  
то защита, построенная по данному принципу не способна обеспечить устойчивость функционирования, так как емкостной ток частотой 50Гц поврежденного присоединения будет скомпенсирован.

## Токовая направленная защита нулевой последовательности.

Защиты, использующие только один сигнал тока НП, несмотря на свою простоту, имеют существенные недостатки, которые будут приводить  
к их **неселективным действиям**. В ходе дальнейшего усовершенствования таких защит стали использовать два сигнала – ток и напряжение НП для определения направления. Большое число**направленных защит** реагируют на направление мощности нулевой последовательности в установившемся режиме. Чувствительность таких защит выше, чем ненаправленные, так как их ток срабатывания отстраивается только от тока небаланса в максимальном рабочем режиме, а отстройка защиты от собственного ёмкостного тока линии  
не требуется, поскольку от этого тока она отстроена по направлению. Общим недостатком защит такого типа являются их неселективные действия или **отказ  
в срабатывании при перемежающихся дуговых ОЗЗ**.

## **Защита по активной мощности нулевой последовательности.**

Другим методом определения поврежденного присоединения  
с использованием сигналов тока и напряжения НП является расчет активной мощности нулевой последовательности в установившемся режиме. Защиты, реализованные по данному принципу, обладают более **высокой устойчивостью** функционирования в режимах с перемежающейся дугой на месте ОЗЗ и отстраиваются в большей мере от бросков ёмкостных токов в переходных процессах. Обеспечить стабильное функционирование таких защит возможно  
в основном **в сетях с**[резистивным заземлением нейтрали](http://www.i-mt.net/blog/stati-po-rza/rezhimy-zazemleniya-neytrali)**.**

## Защита нулевой последовательности на токах высших гармоник.

Так как основной недостаток защит, использующих токи и напряжения НП промышленной частоты, в том, что они не способны работать в сетях  
с компенсированной нейтралью из-за отсутствия устойчивого полезного сигнала 50Гц, были разработаны защиты от ОЗЗ, реагирующие на высшие гармоники электрических величин. При возникновении дуговых ОЗЗ содержание высших гармонических составляющих в сети резко увеличивается, особенно в токе повреждённой линии, где их доля значительно больше, чем в токах нулевой последовательности неповреждённых линий. Эти процессы наблюдаются в сетях всех видов заземления нейтрали.

**Общие недостатки** устройств, выполненных с использованием **высших гармоник**:

- вероятность отказа в срабатывании при ОЗЗ через переходные сопротивления;

- нестабильность состава и уровня высших гармоник в токе НП.

Условия селективности несрабатывания при внешних ОЗЗ и устойчивости срабатывания при внутренних повреждениях для устройств абсолютного замера высших гармоник обеспечиваются в основном на крупных подстанциях и электростанциях с большим числом присоединений.

## 5. Защита, реагирующая на наложенный ток.

Для повышения устойчивости **функционирования защит** от однофазных замыканий на землю, реагирующих на ток замыкания не промышленной частоты, была разработана защита, реагирующая на наложенный ток. **Наложенный ток**может быть частотой как выше промышленной, так и ниже. Для создания тока повышенной частоты возможно использование нелинейного сопротивления, включенного между нейтралью сети и землёй. Однако данное устройство значительно **повышает стоимость таких защит** и **может снизить надёжность**функционирования защиты. Также можно отметить тот факт, что значительная высокочастотная составляющая может присутствовать в токах присоединений и в нормальном режиме. Это в первую очередь относится к сетям, связанным с производствами, имеющими нелинейную нагрузку. В таких случаях описанный способ защиты непригоден. Кроме того, как показывают некоторые исследования, гармоники с частотой 100 Гц появляются почти в 2 раза чаще, чем, например, с частотой 25 Гц и амплитуды их намного больше.

К основным недостаткам защит, реагирующих на наложенный ток частотой ниже промышленной, можно отнести **необходимость подключения в нейтрали сети специального устройства** для создания контрольного тока, влияние на устойчивость функционирования защиты погрешностей трансформаторов тока НП, возрастающих при уменьшении рабочей частоты, усложнение схемы первичной коммутации из-за необходимости подключения источника наложенного тока и трудности подключения источника вспомогательного тока при использовании в сети нескольких дугогасящих реакторов, устанавливаемых на разных объектах. Также не исключены **сложности отстройки** от естественных гармонических составляющих при внешних дуговых перемежающихся ОЗЗ, при которых спектр тока зависит от параметров сети и**режима заземления  
её нейтрали**, положения точки ОЗЗ в сети.

Разрабатываемые устройства защиты от ОЗЗ являются устройствами защиты, которые контролируют ёмкостные токи группы фидеров и отключают фидера с наибольшим током замыкания при ОЗЗ. [Защиты, работающие по принципу группового](http://i-mt.net/zaschita-zamykany-zemlyu-geum) контроля ёмкостного тока лишены недостатков индивидуальных защит, таких как ложные срабатывания, связанные  
с переходными процессами на неповрежденных линиях. В групповых защитах  
в основном применяют сравнение амплитудных или действующих значений токов НП. Поврежденный фидер определяется на основе сравнения токов НП по всем присоединениям и выборе присоединения с максимальным током НП. Расчет этих значений может проводиться как в начальный момент времени, то есть, основываясь на переходных величинах замыкания, так и в установившемся режиме. Кроме того, возможно применение высших гармонических составляющих токов НП либо наложенного тока с частотой, отличной от промышленной. Для расширения области применения на подстанциях с большим числом присоединений, возможно введение в такие защиты дополнительной информации, которая позволяет произвести отстройку от действия в некоторых сложных режимах, например, введение информации о напряжении НП с другой секции шин подстанции, для повышения чувствительности. Кроме того, широкое применение на сегодняшний день микропроцессорных технологий даёт возможность создать более усовершенствованные групповые защиты.

*2.2. Целью исследований является:*

- изучение возможности применения групповых [защит от ОЗЗ](http://i-mt.net/zaschita-zamykany-zemlyu-geum);

- разработка и экспериментальное применение групповых [защит от ОЗЗ](http://i-mt.net/zaschita-zamykany-zemlyu-geum)   
в сетях с изолированной нейтралью 6-35кВ НГМК;

- получение выводов и заключений о целесообразности применения групповых защит.

1. ***Этапы НИР***

*Этап 1.* Анализ переходных процессов ОЗЗ в сетях с изолированной нейтралью 6-35кВ. Изучение и разработка принципа выполнения групповой защиты от ОЗЗ с применением микропроцессорных технологий.

1. Анализ переходных процессов ОЗЗ в сетях с изолированной нейтралью 6-35кВ подстанции, где будет экспериментальное применение защиты.
2. Изучение и разработка принципа выполнения групповой защиты ОЗЗ  
   с применением микропроцессорных технологий.
3. Разработка принципиальных и монтажных схем защиты, адаптация  
   с действующей схемой защит изучаемой подстанции.

*Этап 2.* Экспериментальное применение групповой защиты ОЗЗ.

1. Проведение экспериментальных (инструментальных) исследований.
2. Обобщение полученных результатов и построение математической модели групповой защиты от ОЗЗ.
3. Определение требований и критерий по выбору и применению групповой [защиты от ОЗЗ.](http://i-mt.net/zaschita-zamykany-zemlyu-geum)
4. Разработка и утверждение «Методики расчетов параметров сети для определения значения уставок, составлению схем и определению целесообразности защит от ОЗЗ, работающих по групповому принципу».

*Этап 3.* Заключительные работы по внедрению групповых защит от ОЗЗ.

1. Окончательная наладка защиты с выставлением оптимальных уставок.
2. Анализ и оценка срабатывания защиты по нескольким реальным случаям, при необходимости корректировка уставок.
3. Сдача объекта исполнителем.
4. ***Основные требования к выполнению НИР***
   1. Работа выполняется в соответствии с требованиями нормативно-правовых и нормативно-технических документов. При выполнении договора Исполнителем обеспечивается патентная чистота результатов работ по Республике Узбекистан.
   2. Решения, принятые при выполнении НИР, должны предусмотреть возможность использования материалов и сырья местных производителей.
   3. Заказчик оказывает необходимую помощь в проведении НИР,  
      в частности:

- в сборе и предоставлении необходимой исходной информации;

- в привлечении профильных специалистов;

- в прочих случаях организационного характера.

* 1. При выполнении работ по договору Исполнителем обеспечивается строгая конфиденциальность.
  2. Права на результаты работы, включая права на охрану интеллектуальной собственности, принадлежат равномерно Заказчику и Исполнителю.
  3. Права на исключительное право пользования и продажу объектов интеллектуальной собственности, созданных в результате выполнения НИР, принадлежат только Заказчику.
  4. Исполнитель гарантирует Заказчику отсутствие прав третьих лиц  
     на результаты работ, предоставляемых Заказчику по настоящему договору.

1. ***Способ реализации результатов***
   1. Результаты НИР будут являться основой для внедрения устройства защиты от ОЗЗ, работающей по групповому принципу в сетях 6-35кВ НГМК.
2. ***Перечень научно-технической документации,***

***предоставляемой после окончания работы***

* 1. По окончанию каждого этапа и всей работы в целом, Исполнитель предоставляет Заказчику следующую документацию:

- информационный отчет каждого этапа с приложением результатов и научно-технической документации, разработанной в ходе НИР;

- заключительный отчет по окончанию НИР.

1. ***Порядок рассмотрения и приемки НИР***
   1. После завершения каждого этапа и НИР в целом, результаты и разработанная научно-техническая документация должны быть рассмотрены на техническом совещании НГМК с приглашением соответствующих специалистов Заказчика совместно с представителями Исполнителя.
   2. Итоги рассмотрения результатов работ по каждому этапу и НИР  
      в целом оформляются протоколом, утверждаемым главным инженером НГМК,  
      и актом сдачи-приемки выполненных работ.
2. ***Технико-экономическое обоснование***

При технико-экономическом обосновании применения групповой [защиты от ОЗЗ](http://i-mt.net/zaschita-zamykany-zemlyu-geum) в сетях 6-35кВ оцениваются 3 основных фактора:

8.1. Результаты применения групповой [защиты](http://i-mt.net/zaschita-zamykany-zemlyu-geum) по сравнению  
с индивидуальными защитами от ОЗЗ:

- уменьшение количеств неселективного отключения фидера при ОЗЗ;

- появление возможности контроля над сложными режимами работы сетей;

- появление возможности выполнения быстродействующей, селективной и чувствительной защиты от ОЗЗ, уменьшение с нескольких секунд до долей секунды продолжительности воздействия на изоляцию дуговых перенапряжений (при перемежающихся однофазных замыканиях) и линейного напряжения (при устойчивых замыканиях).

8.2. Уменьшение времени простоя сети за счет селективного отключения и повышения срока службы изоляции.

8.3. Повышение электробезопасности в связи с быстротой отключения поврежденного фидера, т.е. снижение степени опасности поражения электрическим током персонала, оказавшегося вблизи места ОЗЗ.