**ЦЕНТР МОДЕЛИРОВАНИЯ И РАСЧЕТОВ**

**Карта заказа на выполнение работ**

**(версия 1.1)**

**1.** Выбор задач и ожидаемых результатов.

|  |  |
| --- | --- |
|  | **1.1** Разработка алгоритмов работы, настройка и выбор уставок устройств автоматики. |
| ***Результат работ:*** *Расчет электромеханических переходных процессов и динамической устойчивости, в результате которого будут выданы рекомендации на реализацию алгоритма, настройку и выбор уставок устройства автоматики с целью сохранения устойчивой параллельной работы генерирующего оборудования в энергосистеме/энергорайоне при нормативных возмущениях (например БАВР, ЧДА-Э, интеллектуальный САОН по мощности и т.д.).* |
|  | **1.2** Определение требуемых мест расстановки устройств ПА в энергорайоне расчетным путем (изолированные энергосистемы или энергосистемы “со слабыми связями”). |
| ***Результат работ:*** *Расчет электромеханических переходных процессов и динамической устойчивости, в результате которого будут определены требуемые места расстановки устройств ПА, алгоритмы функционирования и параметры срабатываний.* |
|  | **1.3** Проверка алгоритмов физических устройств РЗА, ПА и систем управления на цифровых моделях электроэнергетических систем в режиме реального времени. |
| ***Результат работ:*** *Моделирование различных схемно-режимных ситуаций с использованием цифровых динамических моделей электроэнергетических систем в режиме реального времени с включением в цикл моделирования реального физического устройства в целях детального анализа функционирования алгоритмов с предоставлением подробного протокола испытаний (в т.ч. на соответствие ГОСТ, СТО и т.д.).* |
|  | **1.4** Расчет и выбор уставок устройств релейной защиты и автоматики. |
| ***Результат работ:*** *Расчет нагрузочных режимов и токов короткого замыкания, по результатам которого будет выполнен расчет уставок устройств релейной защиты и автоматики с предоставлением отчета.* |
|  | **1.5** Оптимизация режима работы участка энергосистемы по перетокам активной мощности, по напряжению и перетокам реактивной мощности. |
| ***Результат работ:*** *Расчет установившихся режимов и статической устойчивости, в результате которого будут выданы технические решения по модернизации и развитию электрической сети, по выбору оптимального состава и мест размещения устройств компенсации реактивной мощности, по выбору ступеней устройств РПН силовых трансформаторов.* |
|  | **1.6** Оценка влияния вновь вводимых источников генерации (малая генерация, распределенная генерация) на режимы работы сети. |
| ***Результат работ:*** *Расчет установившихся режимов, статической и динамической устойчивости, в результате которого будет выдано заключение о возможности осуществления режимов, технические решения по модернизации и развитию электрической сети.* |
|  | **1.7** Анализ поведения устройств РЗА, ПА в различных аварийных ситуациях. |
| ***Результат работ:*** *Воспроизведение аварийных ситуаций на модели электроэнергетической системы на основе данных регистраторов аварийных событий, либо воспроизведение реальных режимных осциллограмм в целях детального анализа функционирования устройств РЗА, ПА, предоставление протокола испытаний и экспертного заключения.* |
|  | **1.8** Проверка электрооборудования по условиям максимальных нагрузочных токов и токов короткого замыкания. |
| ***Результат работ:*** *Расчет нагрузочных режимов, расчет токов короткого замыкания, расчет термической и электродинамической стойкости электрооборудования, проверка коммутационной способности, в результате которых будет выдано заключение о соответствии или несоответствии предъявляемым требованиям, а также будут выданы рекомендации по ограничению токов короткого замыкания и выбору оборудования, соответствующего требованиям.* |
|  | **1.9** Оценка влияния насыщения трансформаторов тока на надежность работы РЗА электрооборудования |
| ***Результат работ:*** *Математическая модель энергообъекта, разработанная в программных комплексах PSCAD / RTDS; расчет величин амплитуд и постоянных времени токов к.з. в ветвях установки ТТ при различных видах повреждений; расчет времени до насыщения ТТ согласно ГОСТ Р 58669-2019; комплекс мероприятий по предотвращению неправильной работы РЗА.*  *Дополнительно может быть оказана поддержка по проверке ТТ устройством Omicron CT Analyzer. Также может быть проведено испытание типопредставителя устройства РЗА на комплексе реального времени RTDS с моделированием режимов конкретного энергообъекта.* |
|  | **1.10** |
| ***Результат работ:*** |

**2.** С кем требуется согласовать результаты (указать организации)

|  |
| --- |
| 2.1 |
| 2.2 |

**3.** Требуемый вид выходного документа

|  |  |
| --- | --- |
|  | 4.1 Протокол испытаний |
|  | 4.2 Научно-технический отчет |
|  | 4.3 Осциллограммы в формате Comtrade |
|  | 4.4 |

**4.** Желаемые сроки выполнения работ (с момента подписания договора оказания услуг)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| В течение |  | календарных дней |

**5.**Дополнительные требования:

|  |
| --- |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |

**6.** Предприятие-исполнитель услуг

|  |
| --- |
| ООО НПП “ЭКРА”, 428003, г. Чебоксары, проспект И. Яковлева, 3. |

**7.**Контактные данные лица, заполнившего карту заказа

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Организация |  | | | | |
| Контактный телефон |  | | | | |
| e-mail |  | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
|  | (Ф.И.О.) |  | (Дата) |  | (Подпись) |

Согласовано:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Организация |  | | | | |
| Руководитель |  |  |  |  |  |
|  | (Ф.И.О.) |  | (Дата) |  | (Подпись) |

**Приложение к Карте заказа**

**Центра моделирования и расчетов**

**ТРЕБУЕМЫЕ ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ЦИФРОВОЙ МОДЕЛИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ НА RTDS**

1. **Главная электрическая схема моделируемого участка электроэнергетической сети**

Необходимо предоставить однолинейную схему сети, содержащую электроэнергетическое оборудование, подлежащее моделированию, такое как:

- генераторы;

- трансформаторы;

- воздушные и кабельные линии электропередачи;

- шунтирующие и токоограничивающие реакторы;

- распределительные устройства;

- выключатели и др. коммутационные аппараты;

- синхронные и асинхронные двигатели;

- синхронные компенсаторы и др. источники реактивной мощности;

- статическая нагрузка;

- прочее оборудование, которое может оказать влияние на нормальные и переходные режимы работы сети.

Необходимо указать нормальный режим работы схемы – состав включенного оборудования, положение коммутационных аппаратов, перетоки мощности.

При наличии ранее выполненных расчетов в схеме, например, расчет токов КЗ, также предоставить и эти данные.

Указать режим работы нейтрали.

1. **Данные первичного сетевого оборудования:**
   1. **Трансформаторы.** Как правило на каждый трансформатор есть паспорт, где приведены все необходимые его параметры:

- тип и номинальная мощность;

- номинальные напряжения обмоток;

- тип и группа соединения обмоток;

- потери холостого хода Pxx;

- потери короткого замыкания Pкз;

- напряжение короткого замыкания Uкз%;

- ток холостого хода Ixx%;

- наличие устройства РПН (ПБВ) с количеством ступеней;

- другая полезная информация.

Может также присутствовать протокол испытаний трансформатора, который содержит аналогичные данные.

Кроме этого полезной будет информация об эксплуатационном состоянии трансформатора: находится в работе или в резерве, загрузка трансформатора в нормальном режиме, положение устройства РПН (ПБВ).

* 1. **Синхронные генераторы**. Для генераторов, также как и для трансформаторов необходимо привести их паспортные данные:

- тип и номинальная мощность;

- номинальный cos(fi);

- номинальное напряжение и номинальный ток;

- номинальная частота вращения;

- сопротивления обмоток по продольной и поперечной осям;

- постоянные времени обмоток (контуров);

- момент инерции ротора;

- диаграмма мощности.

Наиболее важной для моделирования переходных режимов является информация о системе возбуждения и регуляторе частоты вращения первичного двигателя каждого генератора. Для **системы возбуждения и автоматического регулятора возбуждения** (АРВ) необходимы следующие данные:

- тип системы возбуждения;

- схема питания системы возбуждения;

- тип АРВ;

- структурная схема АРВ (каналы регулирования);

- параметры каналов регулирования (коэффициенты усиления и постоянные времени);

Для **автоматических регуляторов частоты вращения** (АРЧВ) первичного двигателя (паровая турбина, гидротурбина, газовая турбина, газотурбинный двигатель, газопоршневой двигатель и т.д.):

- структурная схема регулятора;

- законы регулирования (пропорциональный, дифференциальный, интегральный);

- статизм регулятора;

- динамические характеристики (при наличии);

- момент инерции ротора первичного двигателя.

* 1. **Воздушные линии электропередачи.** Возможны два способа задания параметров модели линии электропередачи:

- удельные параметры: требуются удельные продольные и поперечные сопротивления, а также длина линии;

- физические параметры: марка и сечение провода, расположение проводов на опоре, стрела провеса, тип опор и др.

Если нет необходимости в точном моделировании процессов в ЛЭП, то предпочтительным является первый вариант (задание удельных параметров).

* 1. **Кабельные линии электропередачи.** Как и для воздушной линии, возможны два способа задания параметров:

- удельные параметры: требуются удельные продольные и поперечные сопротивления, а также длина кабельной линии;

- физические параметры: марка кабеля, сечение и количество токопроводящих жил, их удельное сопротивление, параметры всех слоев изоляции кабеля и др.

Предпочтительным является первый вариант (задание удельных параметров).

* 1. **Асинхронный двигатель.** Паспортные данные:

- тип и номинальная мощность;

- номинальные напряжение, cos(ϕ), КПД;

- кратности пускового момента *Mп*, максимального момента *MMAХ*;

- кратность пускового тока *Iп*;

- момент инерции ротора двигателя.

Эксплуатационная информация:

- количество находящихся в работе и резерве;

- коэффициент загрузки двигателя;

- количество часов в сутки находящихся в работе двигателей;

- тип механизма, приводимого во вращение двигателем;

- момент инерции приводимого механизма;

- характеристика зависимости момента сопротивления механизма от частоты вращения ротора двигателя.

* 1. **Синхронный двигатель.** Та же информация, что и для синхронных генераторов (включая информацию о значениях сопротивлений по продольной и поперечной осям, и о постоянных времени обмоток). Информация о системе возбуждения.
  2. **Статическая нагрузка.** Суммарная мощность нагрузок (номинальные активная и реактивная) на каждом из присоединений, за исключением вращающейся нагрузки (двигательной).
  3. **Наличие устройств релейной защиты, режимной и противоаварийной автоматик.** Места установки, уставки защит и автоматики, управляющие воздействия от ПА и др.

По просьбе Заказчика и при наличии однолинейной схемы, запрос исходных данных к модели может быть предоставлен в виде таблиц.

***ВАЖНО!***

***В данном файле приведен набор данных, необходимых для наиболее точного моделирования нормальных и аварийных режимов работы моделируемой электроэнергетической системы. В случае отсутствия каких-либо данных, они могут быть приняты из справочной литературы. Вопросы предоставления данных по каждому энергообъекту могут решаться индивидуально, то есть по согласованию с заказчиком, могут быть приняты те или иные значения параметров, типы систем регулирования, характеристики механизмов и др. Полезной может быть любая информация, которая позволит верифицировать полученную модель, например, ранее выполненные расчеты в специализированных программных комплексах, осциллограммы, записанные в переходных режимах и т.п.***

***Чем более полная информация будет предоставлена, тем более точные результаты будут получены.***