

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования



«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Направление подготовки/профиль 13.06.01 - Электро- и теплотехника,
2.4.3 - Электроэнергетика

Школа Инженерная школа энергетики

Отделение Отделение электроэнергетики и электротехники

Научно-квалификационная работа

Тема научно-квалификационной работы
Совершенствование средств ликвидации асинхронного режима в электроэнергетических системах

УДК 621.3.018.53-047.86:621.311

Аспирант

Группа	ФИО	Подпись	Дата
A9-42	Волохов Николай Александрович		31.05.23

Руководителя профиля подготовки

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Научный руководитель ООП	Шутов Евгений Алексеевич	к.т.н., доцент		31.05.23

Руководитель отделения

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Руководитель ОЭЭ ИШЭ	Разживин Игорь Андреевич	к.т.н., доцент		31.05.23

Научный руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор-консультант	Вайнштейн Р.А.	д.т.н., профессор		31.05.23

Томск – 2023 г.

Аннотация научно-квалификационной работы

Автоматика ликвидации асинхронного режима (АЛАР) является частью комплекса противоаварийной автоматики (ПА). В современных крупных территориально распределённых энергообъединениях возникновение асинхронного режима (АР) может привести к тяжелым последствиям, связанным с нарушением энергоснабжения потребителей и повреждению электросетевого оборудования. Таким образом, актуальным является разработка новых подходов к настройке устройств АЛАР, уменьшающих трудозатраты персонала по настройке, и повышающих эффективность работы устройств АЛАР.

Цель работы: Исследование закономерностей изменения параметров асинхронного режима и работы устройств автоматики ликвидации асинхронного режима для повышения эффективности ликвидации асинхронного режима в энергосистеме.

Получены новые результаты, имеющие фундаментальное значение в области электроэнергетики. Установленные закономерности вносят вклад в развитие фундаментальных знаний о способах ликвидации асинхронного режима.

Результаты, полученные при выполнении ВКР, могут быть использованы при разработке комплексов АЛАР, рекомендаций по их настройке, при выборе места размещения устройства и типа данного устройства, а также при выборе уставок в филиалах СО ЕЭС. Предложена методика настройки дистанционных устройств АЛАР, учитывающая указанные параметры.

Проведённое исследование позволяет сформулировать следующие выводы:

1. Представлен обзор существующих устройств АЛАР, использующихся в ЕЭС России, а также устройств, применяемых в зарубежных энергосистемах.
2. Определены режимные параметры, а также закономерности их изменения позволяющие надёжно выявлять АР и отличать его от других режимов.

3. Показана возможность реализации различных принципов работы устройств АЛАР при измерении режимных параметров в месте установки устройства.
4. Для устройств АЛАР, использующихся в ОЗ ОДУ Сибири определены характерные особенности и проведён их сравнительный анализ, в ходе которого выявлены преимущества и недостатки тех или иных устройств.
5. Произведена настройка четырёх устройств АЛАР, установленных на ВЛ 500 кВ в сечении.
6. Произведён сравнительный анализ настройки устройства АЛАР различными способами выполненной настройки.
7. Проведено сравнение работы различных устройств в различных схемно-режимных ситуациях.
8. Предложены формулы, которые позволяют уточнить расположение электрического центра качаний по значению измеренного минимального сопротивления. Выполнен математический анализ эффективности применения П-образной схемы замещения и схемы замещения с распределёнными параметрами на полученное в расчётах положение электрического центра качаний.
9. Выполнено исследование влияние на работу устройств АЛАР возмущений, возникающих, после начала АР, определены факторы, определяющие степень влияния данных режимов на работу устройств.
10. Описано влияние возмущений на режимные параметры и определена степень влияния данного изменения на различные типы устройств.
11. Для устройства АЛАР, использующих дистанционный принцип работы предложен механизм реализации расширенной зоны срабатывания, позволяющий отстраиваться от возможного влияния возмущений, возникающих после начала АР, учитывать погрешности измерительных трансформаторов, а также настраивать устройства без использования расчётов ЭМПП.