



**НЕКОММЕРЧЕСКОЕ ПАРТНЕРСТВО
«НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ СОВЕТ ЕДИНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ
СИСТЕМЫ»**

«УТВЕРЖДАЮ»

Президент НП «НТС ЕЭС»,
д.т.н., профессор

 Н.Д. Рогалев
«27» июня 2016 г.

ПРОТОКОЛ

совместного заседания секции «Управления режимами энергосистем РЗА» и секции «Проблемы надежности и эффективности релейной защиты и средства автоматического системного управления в ЕЭС России» НП «НТС ЕЭС» по теме: **«Применение оптимизационных методов при создании функционально-интегрированных систем РЗА».**

17 июня 2016 г.

г. Москва

Присутствовало: 17 человек (список представлен в Приложении 1).

На заседании выступили:

С вступительным словом:

Председатель секции «Проблемы надежности и эффективности релейной защиты и средства автоматического системного управления в ЕЭС России», к.т.н. - А.В. Жуков.

С докладами:

1. «Применение оптимизационных методов при создании функционально-интегрированных систем РЗА» - А.А. Волошин (ФГБОУ ВО «НИУ МЭИ») (Приложение 2).

В обсуждении докладов и прениях выступили:

А.В. Жуков, А.А. Волошин, А.Ф. Бондаренко, Д.Г. Еремеев, Н.Л. Новиков, А.П. Морозов, Д.В. Кишиневский, А.В. Чаркин, В.В. Исаев, А.И. Расщепляев, В.П. Герих, И.Л. Архипов, Я.Л. Арцишевский, Ю.В. Байбаков, Р.В. Тёмкина, Р.К. Борисов, Л.К. Осика, Р.В. Васильев.

Краткое содержание доклада по теме «Применение оптимизационных методов при создании функционально-интегрированных систем РЗА»:

1. Актуальность:

Применение современных информационных технологий для реализации функций релейной защиты и автоматики (РЗА) создает условия и вызывает необходимость разработки новых подходов к созданию систем РЗА для обеспечения их эффективного использования на всех этапах жизненного цикла, повышения уровня их технического совершенства и надежности функционирования. Передача мгновенных значений токов и напряжений, а также сигналов и команд по локальным вычислительным сетям в соответствии с МЭК 61850 позволяет использовать для выполнения функций РЗА специализированные промышленные компьютеры (СПК) вместо традиционных МП терминалов. Важным отличием СПК от традиционных МП терминалов является отсутствие плат ввода/вывода и свободное конфигурирование состава выполняемых функций РЗА. СПК формируют универсальную технологическую платформу для создания функционально интегрированных систем РЗА с гибкой функциональной архитектурой (ФИС РЗА). Для формирования гибкой функциональной структуры ФИС РЗА требуется применение специализированных оптимизационных методов (ОМ). Создание ФИС РЗА на предлагаемой технической платформе обеспечит создание интеллектуальных систем РЗА с высоким уровнем технического совершенства, прежде всего, за счет решения задачи автоматической адаптации функциональной структуры ФИС РЗА к изменению условий ее работы.

2. Научная и практическая ценность:

- а) Разработан новый метод и ПО для оптимизации функциональной структуры РЗА на базе генетического алгоритма.
- б) Разработан новый метод и ПО для оптимизации функциональной структуры РЗА на базе мультиагентных систем.

3. В ходе доклада были рассмотрены следующие вопросы:

- а) В качестве исходных данных использовалась схема распределения по трансформаторам тока и напряжения устройств информационно-

технологических систем (ИТС) подстанции 500/220/10 кВ, на основе которой был спроектирован комплекс РЗА, насчитывающий 168 функций РЗА, размещенных в 118 терминалах.

- b) Были рассмотрены основные условия решения задачи синтеза оптимальной функциональной структуры на стадиях проектирования и эксплуатации комплекса РЗА.

На стадии проектирования:

- Отсутствуют ограничения по составу и количеству СПК.
- Отсутствуют ограничения по времени выполнения ОМ.
- Решение задачи оптимизации может выполняться на пользовательском компьютере проектировщика РЗА. Использование СПК не требуется.
- Необходимая исходная информация о схеме защищаемой электрической сети вводится «вручную» проектировщиком.

На стадии эксплуатации:

- Состав СПК ограничен. Имеется возможность использовать только те СПК, которые установлены на энергообъекте в соответствии с проектной спецификацией и находятся в работоспособном состоянии.
 - Имеются существенные ограничения по времени выполнения ОМ для минимизации времени восстановления готовности ФИС РЗА к функционированию при изменениях схемы защищаемой электрической сети или состава СПК.
 - Решение задачи оптимизации должно выполняться распределённо, т.к. централизованное выполнение ОМ потребует установки дополнительных технических средств и может привести к снижению надежности функционирования ФИС РЗА.
 - Исходная информация о текущем состоянии электрической сети и технических средствах ФИС РЗА собирается автоматически от находящихся в рабочем состоянии СПК.
- c) Произведен краткий обзор принципа работы генетических алгоритмов и мультиагентных систем, применяемых для решения поставленных задач.
- d) Описаны целевые функции, использованные при решении поставленной задачи для стадий проектирования и эксплуатации комплекса РЗА. Основными критериями оптимальности решения задачи являлись загрузка СПК по CPU, загрузка коммуникационных интерфейсов СПК (LAN), учет правил функционального резервирования и еще ряд критериев для каждой из стадий жизненного цикла комплекса РЗА.
- e) Был произведен анализ и сравнение результатов проектирования комплексов РЗА традиционными методами с методами, разработанными на основе систем оптимизации. Количество

задействованных терминалов сократилось на треть (118 против 70).
Время восстановления работоспособности функциональной структуры РЗА при авариях происходит за секунды (при использовании традиционных методов восстановление может занимать до 24 часов).

- f) Рассмотрены перспективные направления развития и применения разработанного ПО (изменение архитектуры комплекса РЗА, использование баз знаний).

Заслушав доклады, выступления участников в дискуссии, заседание отмечает следующее:

1. Предложенные решения по созданию функционально интегрированной РЗА с гибкой функциональной архитектурой потенциально могут обеспечить ряд преимуществ при их практической реализации на технологиях ЦПС по сравнению с существующими решениями. В частности, разделение жизненного цикла функционала РЗА (в виде программного обеспечения) и жизненного цикла устройств РЗА, может обеспечить оптимизацию затрат на эксплуатацию и модернизацию РЗА. Кроме того, возможность автоматического перераспределения функций РЗА между устройствами в процессе эксплуатации может позволить повысить надежность комплекса РЗА на ЦПС.
2. В ходе обсуждения доклада были сформированы ряд замечаний и предложений:
 - a. Необходимо провести технико-экономический анализ и сопоставление различных вариантов структуры программно-технического комплекса РЗА с гибкой функциональной архитектурой.
 - b. Необходимо проработать решения по организации баз знаний и методы их использования в РЗА с гибкой функциональной структурой.
 - c. Необходимо создать действующие прототипы для демонстрации работы РЗА с гибкой функциональной архитектурой в реальном режиме времени с использованием ПАК RTDS.

Совместное заседание секции «Управление режимами энергосистем РЗА», секции «Проблемы надежности и эффективности релейной защиты и средств автоматического системного управления в ЕЭС России» НП «НТС ЕЭС» приняло следующее решение:

1. Рекомендовать продолжение исследовательских работ, связанных с применением оптимизационных методов при создании функционально-интегрированных систем РЗА с учетом высказанных замечаний и предложений.
2. Одобрить выступление А.А. Волошина с докладом «Применение оптимизационных методов при создании функционально-интегрированных систем РЗА» на 46 сессии CIGRE (2016, Париж) по направлению "Релейная защита и автоматика".
3. Предложить в международном исследовательском комитете В5 создать новую рабочую группу по рассматриваемой теме.

Первый заместитель Председателя
Научно-технической коллегии
НП «НТС ЕЭС», д.т.н., профессор



В.В. Молодцок

Ученый секретарь
Научно-технической коллегии
НП «НТС ЕЭС», к.т.н.



Я.Ш. Исамухамедов

Председатель секции «Управление
режимами энергосистем РЗиА»
НП «НТС ЕЭС»



А.Ф. Бондаренко

Ученый секретарь секции
«Управление режимами энергосистем
РЗиА» НП «НТС ЕЭС»



А.Ф. Морозова

Председатель секции «Проблемы
надежности и эффективности
релейной защиты и средства
автоматического системного
управления в ЕЭС России» НП
«НТС ЕЭС», к.т.н.



А.В. Жуков

Ученый секретарь секции «Проблемы
надежности и эффективности
релейной защиты и средства
автоматического системного
управления в ЕЭС России» НП «НТС
ЕЭС»



А.И. Расщепляев