

## ЛИТЕРАТУРА:

1. И. М. Ахметов, Разработка релейной защиты фазоповоротного устройства с тиристорным коммутатором для ЛЭП 220 кВ; ОАО «Энергетический институт им. Г. М. Кржижановского». – Москва: Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук, 2014. – 222 с.
2. Правила определения максимально допустимых и аварийно допустимых перетоков активной мощности в контролируемых сечениях диспетчерского центра ОАО «СО ЕЭС». СТО 59012820.27.010.001-2013. Утвержден и введен в действие 18.01.2013.

Научный руководитель: А.О. Сулайманов, к.т.н., доцент, заведующий каф. ЭЭС ЭНИН ТПУ.

## **ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННАЯ СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ДИСПЕТЧЕРСКИМ ПЕРСОНАЛОМ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

В.А. Сулайманова, А.С. Гусев, А.В. Хлебов  
Томский политехнический университет  
ЭНИН, ЭЭС

Согласно статистике аварийности в электроэнергетических системах (ЭС) 25% тяжелых аварий и их развития происходит из-за неправильных или запоздалых действий диспетчерского персонала. В связи с этим создание информационно-телекоммуникационной системы поддержки принятия решений диспетчерским персоналом (ИТС ППР ДП) ЭС, обеспечивающей формирование эффективных и оптимальных решений ДПЭС по управлению схемно-режимными состояниями оборудования и ЭС в целом, способствующих повышению «живучести» ЭС, является важной задачей.

Предназначение ИТС ППР ДПЭС определяет необходимость обеспечения трех основополагающих условий, а именно:

1. Наличие текущей схемно-режимной информации о состоянии объектов и ЭС в целом.
2. Возможность оперативной, в том числе в реальном времени, интерактивной и автоматической гарантированно достоверной проверки ПР ДПЭС при всевозможных нормальных, аварийных и послеаварийных режимах работы ЭС.
3. Возможность оперативного интерактивного и автоматического формирования ППР ДПЭС, исключающих создание или развитие аварийных режимов и обеспечивающих надежное и эффективное функционирование ЭС.

Первое условие позволяет реализовать использование базы данных синхронизированных телеизмерений и телесигналов оперативно-информационных

комплексов (ОИК) ЭС, SCADA или массивов данных создаваемой системы мониторинга переходных режимов (СМПР), аналогичной в зарубежных ЭС системе синхронизированной векторной регистрации параметров – Wide Area Measurement Systems (WAMS). Второе и третье условие подразумевает использование средств моделирования ЭС для его реализации, преимущественно математического, ввиду невозможности полноценного физического моделирования.

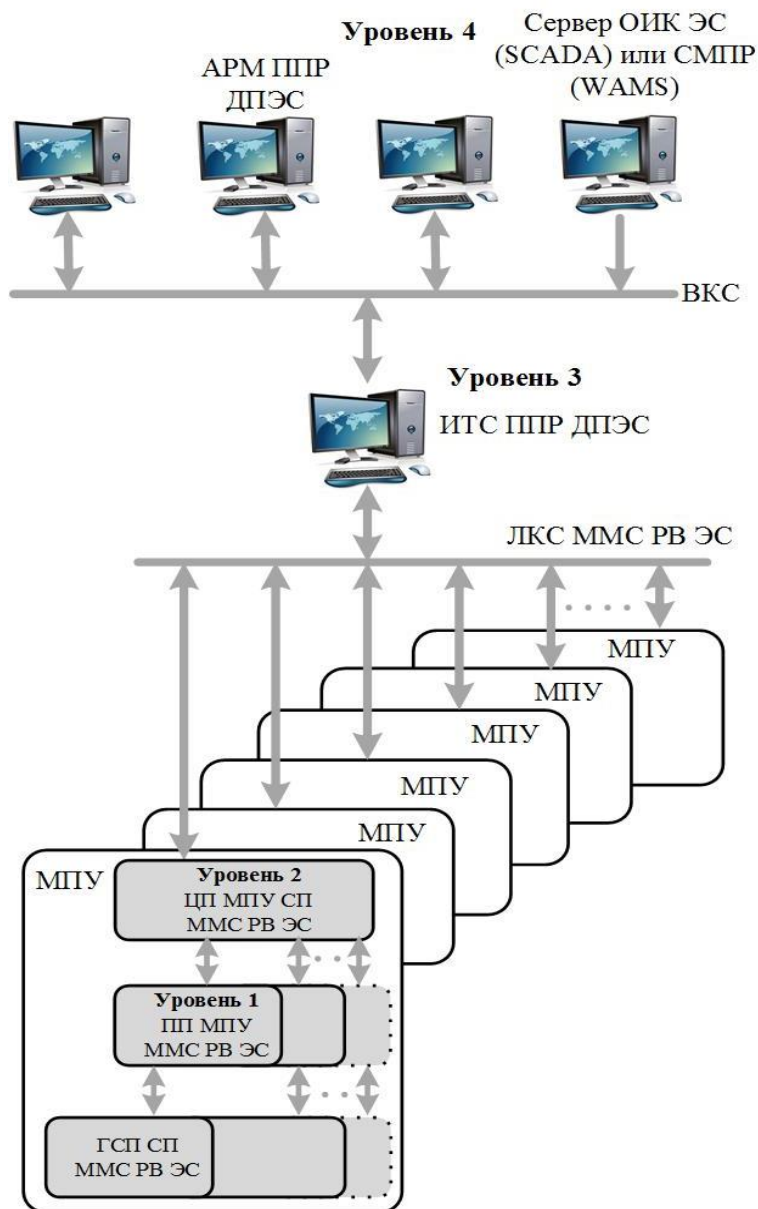


Рисунок 1 – Структура многоуровневой информационно-управляющей программно-аппаратной платформы ИТС ППР ДПЭС

Согласно концепции создания ИТС ППР ДПЭС и структуре средств её осуществления создаваемая ИТС ППР ДПЭС (рисунок 1) представляет собой информационно-управляющую совокупность разрабатываемых для этой цели автоматизированного рабочего места поддержки принятия решений диспетчерским персоналом электроэнергетических систем (АРМ ППР ДПЭС) и мультипроцессорной моделирующей системы реального времени (ММС РВ) ЭС [1], Сервер ИТС ППР ДПЭС которой связан по корпоративной компьютерной сети

с Сервером ОИК ЭС для автоматизированного и автоматического установления и отслеживания в ММС РВ ЭС текущего или любого ретроспективного схемно-режимного состояния ЭС. При этом, поскольку для аппаратной реализации локальной компьютерной сети (ЛКС) с сетевыми коммутаторами ММС РВ ЭС и соответственно ИТС ППР ДПЭС применимы типовые стандартные решения, новое научно-техническое содержание в создании ИТС ППР ДПЭС составляют принципы построения специализированных процессоров (СП) ММС РВ ЭС для ИТС ППР ДПЭС и их реализация, а также специализированного программного обеспечения (СПО) Сервера ИТС ППР ДПЭС и АРМ ППР ДПЭС. Основу ММС РВ ЭС образуют унифицированные СП, универсальные для моделирования различных типов каждого вида основного и сопутствующего ему вспомогательного оборудования ЭС, достаточно полно и достоверно воспроизводящие процессы, протекающие в оборудовании, в реальном времени при всевозможных нормальных, аварийных и послеаварийных режимах их функционирования [2]. Кроме этого, назначением СП является также реализация в рамках моделируемого оборудования информационно-управляющих функций, необходимых для решения различных задач ППР ДПЭС. Информационно-управляющие уровни (рисунок 2) ИТС ППР ДПЭС отражают информационно-управляющую иерархию и ее структуру, каждый уровень которой характеризуется соответствующей функциональностью и приемлемым временем выполнения этих функций [3].

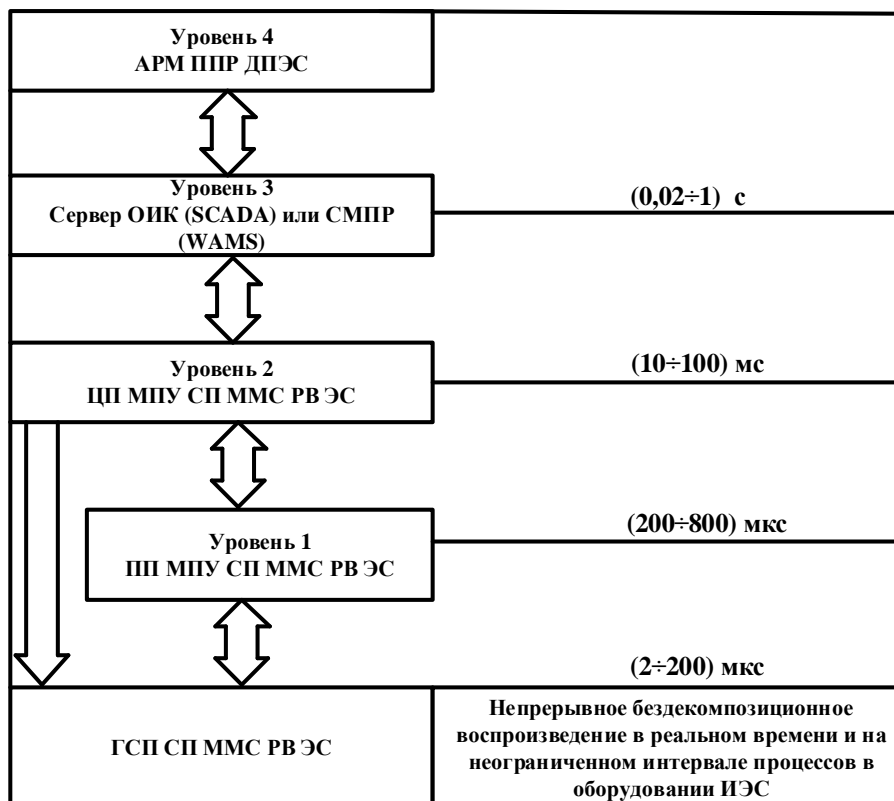


Рисунок 2 – Информационно-управляющие уровни ИТС ППР ДПЭС

Первый уровень информационно-управляющих функций, связанных с оцифровыванием, преобразованием, представлением информации и осуществлением различных коммутаций, автоматического технологического управления,

реализуется с помощью периферийных процессоров (ПП) микропроцессорных узлов (МПУ) СП. Все ПП в МПУ каждого СП взаимосвязаны с образующими второй уровень центральными процессорами (ЦП) МПУ, посредством которых и ЛКС осуществляется их информационно-управляющее взаимодействие и Сервера ИТС ППР ДПЭС, включая трансляцию значений параметров базы данных моделируемого оборудования и ЭС в целом с Сервера в СП, а также результатов моделирования из СП на Сервер и затем в АРМ ППР ДПЭС. Кроме этого, с помощью ЦП моделируются локальные средства релейной защиты, технологической и противоаварийной автоматики, и системы автоматического управления, динамика функционирования которых обеспечивается временем их выполнения в ЦП МПУ СП. Поскольку на Сервере ИТС ППР ДПЭС сосредотачивается вся информация о моделируемой ЭС, третий уровень предназначен для моделирования системных средств автоматики, различных информационно-управляющих комплексов ЭС, других системных функций и алгоритмов сценариев ППР ДПЭС.

Взаимодействующий только с Сервером, пользовательский четвертый уровень составляют АРМ ППР ДПЭС – профессионально-ориентированное высокого уровня ПО, устанавливаемое на компьютере Сервера и на работающих во ВКС компьютерах пользователей без ограничений. Основное содержание АРМ ППР ДПЭС составляет многочисленный и разнообразный современный программный инструментарий автоматизированного интерактивного и автоматического моделирования и управления моделированием, а также представления, преобразования, отображения и коммуникаций результатов моделирования, необходимых для решения задач ППР ДПЭС.

Работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации, Госзадание «Наука» № 3901, тема: «Разработка и исследование гибридной модели вставки несинхронной связи электроэнергетических систем».

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Боровиков Ю.С. Мультипроцессорная моделирующая система реального времени электроэнергетических систем с активно-адаптивными сетями: диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук: спец. 05.14.02 / Ю. С. Боровиков; Новосибирская государственная академия водного транспорта; науч. рук. А. С. Гусев. - Томск: 2014. - 273 с.
2. Андреев М. В., Боровиков Ю. С., Гусев А. С., Сулайманов А. О. Система поддержки принятия решения диспетчерским персоналом электроэнергетических систем на базе концепции гибридного моделирования // Автоматизация и ИТ в энергетике. - 2015 - №. 12. - С. 36-41.

3. Боровиков Ю. С., Сулайманов А. О. Информационно-управляющая система мультипроцессорного комплекса моделирования в реальном времени энергосистем // Электротехника. - 2013 - №. 5. - С. 56-63.

Научный руководитель: А.С. Гусев, д.т.н., профессор каф. ЭЭС, ЭНИН ТПУ.

## **РЕАКЦИЯ СЕТИ В ЗАДАЧЕ ПОЛУЧЕНИЯ СТАТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ ПО ДАННЫМ ПАССИВНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА**

У.А. Темиркул  
Томский политехнический университет  
ЭНИН, ЭСиЭ, группа 5АМ5Г

При решении задач оперативно-диспетчерского управления электроэнергетических систем необходимо иметь адекватные модели нагрузки крупных потребителей электроэнергии. В установившихся режимах наиболее полно свойства нагрузки описываются их статическими характеристиками (СХН), то есть зависимостями активной и реактивной мощности от напряжения и частоты [1]. Получение достоверных статических характеристик нагрузки является трудной инженерной задачей, так как предполагает проведение специальных испытаний с искусственным изменением напряжения в электрических сетях, так называемых активных экспериментов. Количество потребителей, для которых требуется получение статических характеристик нагрузки, крайне велико, а сами характеристики могут быть непостоянны, изменяясь в зависимости от времени года, времени суток, производственного цикла промышленных предприятий.

Перспективным решением описанной проблемы представляется создание методов получения статических характеристик нагрузки по данным так называемых пассивных экспериментов, которые не предполагают вмешательства в режим работы электрических сетей, а основываются на накоплении и обработке результатов измерений (телеизмерений). Однако, точность результатов, полученных по данным пассивных экспериментов, оказывается значительно ниже, чем по данным активных экспериментов [2].

Одной из основных причин высокой погрешности статических характеристик, получаемых по результатам обработки пассивных экспериментов, является влияние реакции сети. Реакцией сети называют зависимость напряжения в узле нагрузки от мощности самой нагрузки, вызванную падением напряжения в прилегающей электрической сети.

Покажем какое влияние реакция сети оказывает на результаты измерений, получаемые в пассивном эксперименте. Для этого смоделируем простейшую сеть, схема замещения которой приведена на рисунке 1.