**Техническое задание**

**на НИОКР**

**«Разработка программно-технического комплекса автоматизированной системы оптимизации режима МЭС Юга по напряжению и реактивной мощности (ПТК АСОР) с учетом прогнозов изменения режимов и по определению эквивалентов прилегающих участков ЭЭС по данным СВИ»**

Москва, 2020

# Актуальность, значимость, конкретные цели и задачи работы

## Актуальность и значимость работы

Одним из целевых показателей Программы энергосбережения и повышения энергетической эффективности ПАО «ФСК ЕЭС» является снижение фактического процента технологического расхода электрической энергии при ее передаче по электрическим сетям, отнесенным к ЕНЭС, относительно нормативов технологических потерь электрической энергии при ее передаче. Эффективным мероприятием для реализации указанного снижения потерь электрической энергии является согласованное (скоординированное) управление средствами компенсации реактивной мощности, а также устройствами регулирования напряжения, установленных на подстанциях ПАО «ФСК ЕЭС». Современный уровень развития науки и техники (в том числе, применение синхронизированных векторных измерений, современной теории управления, включая самоорганизующиеся, мультиагентные и иные системы искусственного интеллекта) обеспечивает возможность разработки высокоэффективных систем автоматического оптимального управления средствами компенсации реактивной мощности.

В настоящее время существуют решения по определению оптимальных уровней напряжения в контрольных точках энергосистемы, поддержание которых с использованием СКРМ позволяет снизить потери электроэнергии при ее транспортировке в магистральных электрических сетях.

Однако до настоящего момента не имеет решения ряд задач, которые позволили бы выполнить оптимизацию режима по напряжению и реактивной мощности с учетом прогноза изменения режима работы электрических сетей.

Все существующие системы автоматического управления по своей сути являются реактивными, т.е. реагирующими на отклонение контролируемых величин (напряжений, перетоков мощности и др.). По факту отклонения в существующих системах управления инициируется процедура расчета новых оптимальных уровней напряжений в узлах и соответствующие им управляющие воздействия, при этом не учитывается, что указанное отклонение может носить кратковременный характер, и что для реализации управляющих воздействий (скоординированное переключение РПН, включение/отключение БСК, ШР) требуется достаточно длительное время.

В результате в больших энергосистемах (уровня МЭС) будет возникать ситуация, когда для достижения незначительного эффекта с точки зрения оптимизации потерь, будет требоваться реализация большого количества управляющих воздействий в течение достаточно длительного времени.

Кроме того, требуется определение оптимальной траектории перевода режима из текущего состояния в оптимальное, т.к. в больших энергосистемах возможны такие ситуации, когда при регулировании напряжения на уровне 220 кВ, могут приводить к недопустимым отклонениями на уровне 500 кВ и 110 кВ. Для исключения таких ситуаций **необходимо определять последовательность реализации управляющих воздействий** с контролем всех уровней напряжений. В настоящее время существующие методы оптимизации не дают требуемой последовательности выполнения переключений, они дают только начальное и конечное положение. При этом линейный переход из начального положения в конечное положение может привести к вводу режима в недопустимые области (по крайней мере, с точки зрения поддержания уровней напряжения в некоторых узлах системы).

Для решения задачи оптимизации режима по напряжению и реактивной мощности с учетом прогнозов изменения режимов и с формированием траектории перевода режима в оптимальное состояние (определением последовательности выполнения управляющих воздействий) необходимо наличие актуальной и адекватной по точности модели рассматриваемой энергосистемы, а также эквивалентов прилегающих энергосистем. В рамках создания ПТК автоматизированной системы оптимизации режима по напряжению и реактивной мощности (ПТК АСОР) должны быть разработаны решения по автоматическому определению параметров эквивалентов прилегающих ЭЭС на основе данных синхронизированных векторных измерений.

В связи с этим в рамках настоящей НИОКР требуется разработка алгоритмов и программ определения эквивалентов прилегающих участков ЭЭС по данным СВИ..

## Цель работы

Разработка опытно-промышленного образца ПТК АСОР на базе применения синхронизированных векторных измерений, включая модуль ПТК АСОР по оптимизации режима по напряжению и реактивной мощности с учетом прогнозов изменения режима ЭЭС и формирования оптимальной последовательности реализации управляющих воздействий (оптимальной траектории перевода ЭЭС в оптимальное состояние).

## Задачи работы

* + 1. Разработка основных технических решений по созданию ПТК АСОР МЭС Юга с применением синхронизированных векторных измерений, работающего в режиме советчика диспетчеру.
    2. Разработка функциональных и технических требований к ПТК АСОР и составу его программных модулей. Разработка архитектуры прикладного программного обеспечения и алгоритмов внутреннего и внешнего взаимодействия программных модулей в составе ПТК АСОР.
    3. Разработка алгоритмов программного модуля ПТК АСОР на основе применения синхронизированных векторных измерений (СВИ), включая, в том числе алгоритмы прогнозирования изменения режима, алгоритмы определения эквивалентов прилегающих участков ЭЭС по данным СВИ, алгоритмы выявления недостоверных данных СВИ, алгоритмы формирования текущих расчетных схем и оптимизации режима МЭС Юга по напряжению и реактивной мощности, алгоритмы формирования траектории перевода режима из текущего состояния в оптимальное с учетом прогнозов изменения режимов на основе расчетных данных модуля ПТК АСОР по идентификации параметров моделей электрооборудования и эквивалентов прилегающих участков ЭЭС по данным СВИ.
    4. Разработка программного модуля по оптимизации режима по напряжению и реактивной мощности с учетом прогнозов изменения режимов для ПТК АСОР, реализующего разработанные алгоритмы. Разработка программы и методики испытаний программного обеспечения модуля ПТК АСОР на цифровой модели участка электрических сетей МЭС Юга. Разработка и верификация цифровой модели участка электрических сетей МЭС Юга. Сборка ПТК АСОР (включая все модули ПТК) и проведение испытаний ПТК АСОР на цифровой модели участка электрических сетей МЭС Юга.
    5. Разработка и верификация цифровой модели участка электрических сетей МЭС Юга.
    6. Разработка и согласование с Заказчиком рабочей документации (РД) для установки ПТК АСОР.
    7. Сборка ПТК АСОР (включая все модули ПТК) и проведение испытаний программного обеспечения ПТК АСОР на цифровой модели участка электрических сетей МЭС Юга.
    8. Поставка, монтаж, наладка и участие в вводе в опытно-промышленную эксплуатацию ПТК АСОР. Участие в разработке программы ОПЭ. Участие в проведение ОПЭ и вводе ПТК АСОР в промышленную эксплуатацию в режиме советчика диспетчера.

# Научные, технические, экономические, организационные и другие требования к выполнению работы и ее результатам

## Структура ПТК АСОР

ПТК АСОР является двухуровневой системой и состоит из следующих элементов:

* Шкаф ПТК АСОР (верхний уровень), устанавливаемый в ЦУС МЭС Юга. Осуществляет сбор данных со всех систем нижнего уровня, оценку состояния сети, оптимизацию режима;
* Системы АСКУЭ и ОИК МЭС Юга, СВИ, установленные на подстанциях МЭС Юга. Сбор и передача данных в ПТК АСОР;
  1. Требования к функциям ПТК АСОР:
* обеспечение взаимодействия всех программных модулей ПТК АСОР и интеграция со смежными системами АСКУЭ, АСУ ТП, ОИК и СВИ;
* автоматическое формирование прогноза изменения режима по данным СВИ;
* автоматическое определение параметров расчетной схемы для оптимизации режима по напряжению и реактивной мощности с учетом эквивалентов прилегающих ЭЭС по данным СВИ;
* автоматизированное формирование текущих расчетных схем по данным АСУ ТП, ОИК, СВИ;
* автоматический расчет оптимальных уровней напряжения и перетоков реактивной мощности;
* автоматическое формирование траектории перевода режима из текущего состояния в оптимальное (оптимальной последовательности реализации управляющих воздействий) с учетом прогноза изменения режима и оценки времени выполнения переключений;
* реализация специализированного человеко-машинного интерфейса, обеспечивающего работу ПТК АСОР в режиме советчика;
* анализ динамики изменения режимных параметров, формирование предупреждений о возможных нарушениях в работе оборудования;
* ведение и поддержание базы данных типов основного оборудования, применяемого в электрических сетях и на подстанциях МЭС Юга
  1. В качестве приоритетной зоны для разработки математической (цифровой) модели и внедрения ПТК АСОР рассматривается и согласовывается с ПАО «ФСК ЕЭС» участок электрических сетей МЭС Юга.
  2. Необходимо выбрать и согласовать с ПАО «ФСК ЕЭС» подстанции с установленными СВИ, а также при необходимости определить и согласовать дополнительные объекты (подстанции) установки СВИ.
  3. Необходимо разработать и согласовать с ПАО «ФСК ЕЭС» перечень и объем собираемой в ПТК АСОР информации от существующих систем АИИС КУЭ, АСУ ТП и ОИК.
  4. Пилотным объектом внедрения ПТК АСОР является ЦУС МЭС Юга.
  5. По результатам выполнения информационно-теоретических исследований возможно изменение объекта внедрения. В случае необходимости изменение объекта внедрения Исполнитель инициирует проведение заседания Технического совета ПАО «ФСК ЕЭС» и обеспечивает подготовку необходимых обосновывающих материалов.
  6. Должно быть выполнено обследование пилотных объектов внедрения ПТК АСОР, включая:
     1. Сбор технической, эксплуатационной и рабочей документации, структурных схем ПС, электрических схем и схем питания оборудования;
     2. Определение места установки ПТК.
  7. Получение исходных данные Исполнителем для разработки рабочей документации выполняется с выездом на объект, Заказчик обеспечивает организационную поддержку доступа представителей проектной организации для получения информации. При необходимости, по запросу Исполнителя, Заказчик предоставляет доверенность на получение технических условий или сбор исходных данных и иных документов, необходимых для выполнения проектных работ.
  8. Исполнитель в рамках подготовки к монтажным работам разрабатывает и согласовывает с Заказчиком спецификацию материалов и комплектующих, необходимых для выполнения работ.