

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



**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Направление подготовки 13.06.01 Электро- и теплотехника

Профиль Электроэнергетика

Школа Инженерная школа энергетики

отделение Электроэнергетики и электротехники

**Научный доклад об основных результатах подготовленной
научно-квалификационной работы**

Тема научно-квалификационной работы
Совершенствование методов и алгоритмов статического и динамического оценивания состояния энергосистем на основе синхронизированных векторных измерений

УДК 519.233:621.311

Аспирант

Группа	ФИО	Подпись	Дата
A9-42	Фоос Юлия Алексеевна		

Руководителя профиля подготовки

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Шутов Е.А.	канд.техн.наук, доцент		

Руководитель отделения

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
И.о. заведующего кафедрой – руководителя отделения на правах кафедры электроэнергетики и электротехники	Разживин И.А.	канд.техн.наук		

Научный руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Бацева Н.Л.	канд.техн.наук, доцент		

Особенности электроэнергетических систем (ЭЭС) заключаются в единстве и непрерывности технологического процесса производства, передачи, распределения и потребления электрической энергии. Усложнение топологии, структуры и режимов работы ЭЭС, необходимость учёта влияния различных факторов на параметры режима, пространственная протяженность ЭЭС делают их одними из сложных объектов управления. Получение качественного решения задачи оценивания состояния (ОС) при управлении режимом работы ЭЭС является основополагающим.

Оценивание состояния ЭЭС заключается в определении параметров режима, удовлетворяющих уравнениям установившегося режима и являющихся близкими к измерениям параметров режима, полученным от систем сбора и передачи информации. Если ОС ЭЭС производится по параметрам режима, соответствующим одному временному срезу измерений, то применяют статические методы ОС, если по нескольким временным срезам с прогнозом параметров в следующий момент времени, то используют динамические методы.

Задача ОС решается с помощью программно-вычислительных комплексов (ПВК) для расчёта режимов. Помимо этого, модуль ОС является составной частью программно-аппаратных (ПАК) и программно-технических комплексов (ПТК) систем, работающих в темпе процесса, – Системы мониторинга запасов устойчивости (ПАК СМЗУ) и Централизованной системы противоаварийной автоматики (ПТК ЦСПА).

После внедрения в ЭЭС системы мониторинга переходных режимов, в качестве исходных данных для ОС ЭЭС могут быть использованы синхронизированные векторные измерения (СВИ) совместно с телеметрией. Преимущества СВИ перед телеметрией известны и неоднократно обсуждались, как в профессиональной, так и в научной среде: явным преимуществом СВИ является наличие прямых измерений независимых переменных, к которым относятся измерения углов при напряжениях и токах, что улучшает сходимость вычислительного процесса, а высокий класс точности СВИ способствует повышению точности решения технологических задач.

Поэтому на сегодняшний день актуальной задачей является совершенствование методов статического и динамического ОС для учёта дополнительно вводимых исходных данных, – СВИ углов при напряжениях и токах, что повысит точность определения МДП АМ и позволит максимально использовать пропускную способность сечения, а также повысит точность расчёта

объёмов УВ и, как следствие, эффективность работы ЦСПА в части формирования объёмов УВ.

Цель научно-квалификационной работы заключается в совершенствовании методов статического и динамического ОС для совместного использования СВИ и телеметрии при решении технологических задач в системах, работающих в темпе процесса.

В работе исследованы причины возможных погрешностей в СВИ, а также реализован *ZET*-алгоритм восполнения пропусков в СВИ на языке *SQL*. Исследования, проведённые для восполнения пропусков в СВИ углов, показали, что *ZET*-алгоритмом с достаточной точностью можно восполнить пропуски как в массивах с единичными пробелами, так и с групповыми.

Разработаны алгоритмы усовершенствованных статического и динамического методов ОС на основе математического аппарата Гаусса-Ньютона и на основе расширенного фильтра Калмана соответственно для совместного использования СВИ и телеметрии. Апробация методов выполнена на примере тестовой схемы IEEE и реальной схемы ОЭС.

При проведении экспериментальных исследований уделено внимание устойчивости усовершенствованных методов ОС при необновлении телеметрии и при наличии погрешностей в СВИ углов, а также влиянию точности ОС на результаты решения технологических задач по определению МДП АМ и объёма УВ.

Таким образом, в работе показана возможность повышения качества метода статического ОС на основе данных СВИ, а также реализации метода динамического ОС. Доказана устойчивость метода динамического ОС к наличию погрешности в данных СВИ и телеметрии. Сделаны выводы о необходимости совместного применения методов статического и динамического ОС при отслеживании режимных параметров и управлении ЭС в режиме реального времени.