


**УТВЕРЖДАЮ**  
Проректор по научной работе  
ФГБОУ ВО ОмГТУ

Б.Д. Женатов  
\_\_\_\_\_ 2018 г.



## ОТЗЫВ

ведущей организации – ФГБОУ ВО «Омский государственный технический университет» на диссертацию **Фролова Михаила Юрьевича «Идентификация параметров синхронных машин в эксплуатационных режимах электрической сети»**, представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности **05.14.02 – электрические станции и электроэнергетические системы**

**Актуальность** диссертационной работы Фролова М. Ю. подтверждается активным развитием распределительных сетей с малой генерацией. Исходя из концепции умных сетей предполагается автоматическое децентрализованное управление подобными электрическими сетями в отличии от традиционного централизованного диспетчерского управления. В связи с чем требуется разработка автоматики управляющей режимом электрической распределительной сети в целом и отдельных элементов сети в частности. В данном случае необходимо определять параметры элементов сети при патурных экспериментах в эксплуатационных режимах, а именно проводить параметрическую идентификацию при включении объекта в сеть.

Существует потребность в разработке новых методов управления режимами синхронных машин с созданием благоприятных условий для идентификации параметров и новых методов их параметрической идентификации, которые могут являться основой для алгоритмов автоматики управляющей режимом электрической сети с распределённой малой генерацией.

### **Структура и объём диссертации**

Диссертационная работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Новосибирский государственный технический университет». Состоит из введения, четырёх глав, заключения, списка терминов, списка литературы, включающего 91 наименований, и 2 приложений. Диссертация изложена на



124 страницах машинописного текста, содержит 18 иллюстраций и 10 таблиц.

### **Оценка содержания диссертации**

*Во введении* формулируется актуальность проведённых в диссертации исследований, описываются объект и предмет исследования. Ставится цель и задачи работы, формируется научная новизна, теоретическая и практическая значимость, указаны положения, выносимые на защиту.

*В первой главе* рассмотрены основные тренды развития электроэнергетики. Особое внимание уделено электрическим сетям с распределённой малой генерацией и их управлению. Рассмотрено развитие задач управления режимами электроэнергетических систем. Параметрическая идентификация элементов сети рассмотрена как основа управления режимами электрических сетей.

*Вторая глава* посвящена задаче идентификации параметров математических моделей, методам идентификации и моделям синхронных машин. Проанализированы существующие подходы и методы идентификации параметров синхронных машин, области их применения, на основе чего сделаны выводы о необходимости создания новых способов управления и методов идентификации для решения современных задач управления.

*В третьей главе* разработаны способы управления включением синхронной машины в электрическую сеть и методы идентификации параметров синхронных машин в эксплуатационных режимах. Разработана методика обработки осциллограмм переходного процесса для задачи идентификации.

*В четвёртой главе* проведено исследование предложенных способов управления включением в сеть и методов параметрической идентификации синхронных машин на в Matlab Simulink цифровой модели и электродинамической модели кафедры АЭС НГТУ. Доказана их работоспособность, осуществлена их интеграция в разрабатываемый комплекс режимно-противоаварийной автоматики управления режимом параллельной работы малой генерации с электрической сетью, определены «окна» идентификации.

*В заключении* сформулированы основные выводы по диссертационной работе. Показано, что решены поставленные задачи, позволяющие достичь цели проведённого исследования.

Приложения содержат акты об использовании результатов, а также патент на изобретения РФ.

### **Соответствие диссертации и автореферата паспорту специальности 05.14.02 – Электрические станции и электроэнергетические системы**

Материалы диссертации и автореферата соответствуют пунктам 2 и 7 области исследования паспорта научной специальности 05.14.02 по техническим наукам.

### **Соответствие содержания автореферата основным положениям диссертации**



Автореферат достаточно полно отражает основное содержание диссертации.

**Научная новизна** полученных автором результатов состоит в следующем:

1. Разработаны способы управления синхронными машинами при включении в сеть, создающие благоприятные условия для их параметрической идентификации;

2. Разработаны методы параметрической идентификации синхронных машин на основании осциллограмм режимных параметров в эксплуатационных режимах.

**Достоверность** полученных диссертантом научных результатов подтверждается теоретическим обоснованием, применением методов моделирования, сравнительным анализом результатов, полученных при физическом и цифровом моделировании.

**Значимость для науки** полученных результатов диссертационного исследования заключается в разработке новых способов управления включением синхронных машин в электрическую сеть, методике определения составляющих переходного процесса, возникающего при данном включении, и методов параметрической идентификации синхронных машин.

**Значимость для практики.** Полученные в диссертации способы управления включением синхронных машин в электрическую сеть и методы параметрической идентификации синхронных машин легли в основу алгоритмов для автоматики управления режимом распределительной сети с малой генерацией.

**Подтверждение опубликования основных результатов диссертации в научной печати**

По теме диссертационной работы опубликовано 13 работ, в том числе 2 статьи в изданиях, рекомендованных ВАК для соискателей ученых степеней, а также 1 патент на изобретение РФ.

Обсуждение на международных, всероссийских конференциях и семинарах свидетельствует о том, что работа прошла апробацию в профессиональном сообществе.

**Дискуссионные положения и замечания:**

1. Из текста диссертации не ясно можно ли применить результаты, полученные в ходе исследования, для электрических сетей с крупной централизованной генерацией.
2. Можно ли применить разработанные методы идентификации для определения параметров синхронных машин нетрадиционного исполнения, например, с ротором на постоянных магнитах.
3. Проводилась ли верификация цифровой модели?
4. В четвёртой главе недостаточно полно раскрыто влияние погрешности измерения режимных параметров на достоверность результатов идентификации.



5. На странице 72 в системе (3.9) не ясно, что значит LLLLL. Возможно имелось ввиду многоточия.
6. На стр. 24-25 диссертации автор достаточно подробно приводит оценку достоверности параметров ЛЭП. Не понятно назначение данного обзора, поскольку работа посвящена идентификации параметров синхронного генератора. Кроме того, при записи уравнений (2-3 глава) внешнее сопротивление системы ( $X_c$ ) никак не учитывается.
7. Опечатка в формуле 2.22 на стр. 52 диссертации. Слагаемые подкоренного выражения должны быть во второй степени. Формула должна быть записана в виде:

$$E_r = \sqrt{\left(U + \frac{Q_r x_r}{U}\right)^2 + \left(\frac{P x_r}{U}\right)^2}$$

8. Представляется некорректным использование терминологии на стр. 57 (1 абзац). Автор указывает: «Запасы статической устойчивости определяются по уравнениям (3.1)», но выражения (3.1) определяют не запас статической устойчивости, а мощности  $i$ -го генератора в многомашинной системе.
9. Опечатка в формуле 3.1 на стр. 56 диссертации. Для реактивной мощности пред знаком суммы должен быть знак «минус». Формула должна быть записана в виде:

$$Q = E_i^2 y_{ii} \cos \alpha_{ii} - \sum_{j=1; j \neq i}^n E_i E_j y_{ij} \cos(\delta_{ij} - \alpha_{ij})$$

10. На наш взгляд в настоящее время трудно обосновать недостаток, как «применение неоправданно сложного математического аппарата»
11. Отсутствуют стандарты и нормативно-методические регламентирующие документы технологического присоединения локальных источников питания распределенной генерации (малой синхронной генерации) в действующих электрических сетях с учетом требований качества электрической энергии, экономичности, надежности и живучести.
12. Не приведена оценка результирующего показателя эффекта присоединения локальных источников питания распределенной генерации к энергосистеме на параллельную работу с учетом неравномерности и сезонной периодичности электрической нагрузки.
13. Что бы переходной процесс имел электромагнитный, а не электромеханический характер, нарушение условий синхронизации необходимо выполнять за счет создания разности в амплитудах напряжения по концам генераторного выключателя не менее 10% от номинального напряжения, а в диссертации это не обосновано.



14. Отсутствуют вероятностно-статистические характеристики как для регистрируемых, так и для идентифицируемых параметров, что является неверным подходом к решению поставленной проблемы.

#### Общее заключение по работе

Несмотря на сделанные замечания, диссертационная работа Фролова Михаила Юрьевича «Идентификация параметров синхронных машин в эксплуатационных режимах электрической сети» является законченным научным исследованием, выполненным на высоком теоретическом и профессиональном уровнях. Разработанные и научно обоснованные в ней способы управления и методы идентификации позволяют моделировать и анализировать распределительные сети с малой генерацией на основе децентрализованного автоматического управления, внедрение которого может внести значительный вклад в развитие электроэнергетики страны.

Диссертационная работа в полной мере отвечает требованиям Положения о присуждении ученых степеней ВАК РФ, а ее автор, Фролов Михаил Юрьевич, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.02 – электрические станции и электроэнергетические системы.

Отзыв рассмотрен и утвержден на заседании кафедры "Электроснабжения промышленных предприятий" ОмГТУ № 2 от «04» 09 2018 г.

Доктор технических наук, профессор,  
заведующий кафедрой «Электроснабжения  
промышленных предприятий»  
ФГБОУ ВО «Омский государственный  
технический университет»

Горюнов Владимир Николаевич

Кандидат технических наук,  
доцент кафедры «Электроснабжения  
промышленных предприятий»  
ФГБОУ ВО «Омский государственный  
технический университет»

Осипов Дмитрий Сергеевич

Доктор технических наук, профессор,  
профессор кафедры «Электроснабжения  
промышленных предприятий»  
ФГБОУ ВО «Омский государственный  
технический университет»

Федоров Владимир Кузьмич

644050 г. Омск, пр. Мира, д. 11, корпус 6,  
Телефон: +7(3812) 652-174  
Email: [vladimirgorjunov2016@yandex.ru](mailto:vladimirgorjunov2016@yandex.ru)

Отзыв получен  
10.09.2018г.  
А.Г. Русина А.Г.  
с отзывом  
ознакомлен  
10.09.2018г.  
Фролов М.Ю. Фролов М.Ю.