

## ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Фролова Михаила Юрьевича «Идентификация параметров синхронных машин в эксплуатационных режимах электрической сети», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.14.02 – Электрические станции и электроэнергетические системы

### 1. 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 сокращений, списка условных обозначений, списка терминов, списка литературы, включающего 91 наименование, и двух приложений. Диссертация изложена на 124 страницах машинописного текста, содержит 18 иллюстраций и 10 таблиц.

### 2. Актуальность темы диссертации

Электрические сети с распределённой малой генерацией являются одним из основных трендов развития современной электроэнергетики, однако существует ряд причин, по которым развитие в данном направлении сдерживается. На данный момент к подобным сетям предъявляется требование по обеспечению свободного доступа нового генерирующего оборудования в сеть, что противоречит концепции оперативно-диспетчерского управления, поэтому необходимо разработать систему децентрализованного автоматического управления объектами малой генерации, в которой должна быть предусмотрена процедура идентификации параметров оборудования.

При реализации концепции умных сетей вопросы идентификации параметров оборудования становятся одними из главных, без решения которых невозможно предоставить свободный доступ в сеть новых элементов.

В связи с вышесказанным, можно с уверенностью говорить, что диссертационная работа, посвященная разработке способов управления и методов параметрической идентификации синхронных машин является актуальной.

### 3. Оценка содержания диссертации

Во введении обосновывается актуальность проведённых в диссертации исследований, выбраны объект и предмет исследования. Сформулированы цель, задачи, научная новизна, теоретическая и практическая значимость, указаны положения, выносимые на защиту.

*Первая глава* диссертации посвящена развитию задач управления режимами энергетических систем и обоснованию внедрения параметрической идентификации элементов электрической сети для решения этих задач.

*Во второй главе* выполнен анализ существующих методов идентификации параметров синхронных машин и моделей синхронных машин, используемых для идентификации.

*В третьей главе* представлены разработанные способы управления режимом синхронной машины и методы их параметрической идентификации.

Четвёртая глава диссертации содержит описание экспериментов и результаты исследований разработанных способов и методов.

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

Приложения содержат дополнительные материалы по работе, акты об использовании результатов, а также патент на изобретение.

#### **4. 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.

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

Автореферат отражает основное содержание диссертации.

#### **6. Методы исследования**

- Методы имитационного моделирования на цифровых и физических моделях.
- Методы верификации моделей.
- Методы идентификации параметров модели.
- Эксперименты на цифровой и физической моделях.

#### **7. Степень обоснованности научных положений и достоверности полученных результатов**

Обоснованность научных положений и достоверность полученных результатов определяется строгой теоретической аргументацией выбора направления исследования, применением теоретических и экспериментальных методов исследования в рассматриваемой области.

#### **8. Уровень новизны научных положений, выводов и рекомендаций**

К научной новизне относятся следующие результаты:

1. Предложена методика определения сверхпереходных, переходных, постоянных составляющих токов и напряжений статора в продольной и поперечной осях в темпе процесса при резком изменении режимных параметров.

2. Разработаны новые способы управления включением синхронных машин в электрическую сеть и методы их параметрической идентификации по осциллограммам процессов.

3. Осуществлена интеграция разработанных способов и методов в систему управления режимами малой генерации, включённой в электрическую сеть энергосистемы. Предложена новая постановка задачи планирования режимов ЭЭС с гидроэлектростанциями, учитывающая гидравлические связи каскада в расчёте электрических режимов для эффективного управления энергосистемой.

## **9. Ценность для науки и практики результатов исследования**

Разработанные способы управления и методы идентификации параметров синхронных машин способствуют реализации системы со свободным доступом малой генерации в электрическую сеть и создают возможности для организации энергетической системы с автоматической настройкой режимной, противоаварийной автоматик и релейной защиты.

## **10. Отличие выполненных исследований от других работ**

Диссертационная работа Фролова М. Ю. отличается от других работ, выполненных в исследуемой области, целостным и всесторонне обоснованным подходом к решению поставленной задачи.

В литературе описано множество методов определения параметров электрических машин, однако, они либо требуют создания опасных режимов, таких как короткое замыкание, либо лабораторных установок и дорогостоящего оборудования, поэтому существует потребность в разработке способов управления и методов идентификации параметров синхронной машины в эксплуатационных режимах, лишённых указанных недостатков.

## **11. Личный вклад автора**

В работах, опубликованных в соавторстве, соискателю принадлежит формализация поставленных задач, разработка и исследование способов управления включением синхронной машины в электрическую сеть и методов её параметрической идентификации на цифровой и физической моделях энергосистем, анализ и обобщение результатов.

## **12. 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 патент на изобретение РФ.

## **13. Соответствие полученных результатов поставленной цели и задачам**

Полученные результаты соответствуют поставленной цели. Сформулированные задачи решены.

## **14. Замечания**

1. В параграфе 1.3 приведены причины, по которым использование паспортных значений может привести к погрешности расчёта, однако не приведена информация о степени влияния этих причин на погрешность. Возможно в ряде из них погрешность не значительная?

2. Из текста диссертации не ясно, как влияет насыщение стали на достоверность определяемых параметров разработанными методами.

3. Чем ограничивается окно идентификации для разработанных методов?

4. Можно ли результаты исследований применить в энергосистемах с крупной генерацией и централизованным управлением?

5. На странице 95 написано: «Влияния несимметрии можно учесть, дополнительно вводя в систему третье уравнение системы (2.14)». Данное утверждение дано без всяких дальнейших пояснений, из-за чего не ясно как учитывалось наличие несимметрии.

6. Исследования разработанных методов проводились на простейшей схеме - работа синхронной машины параллельно с шинами бесконечной мощности через внешнее сопротивление. Возможно ли применение разработанных методов идентификации способов управления в многомашинной системе?

### 15. Заключение

В целом результаты исследований и полученные выводы доказывают, что диссертационная работа направлена на решение актуальной научно-технической задачи, имеющей большое научное и прикладное значение для современной электроэнергетики.

Высказанные замечания не опровергают ни научных, ни практических результатов диссертации и не меняют общего положительного мнения о работе.

С учётом вышеизложенного диссертационная работа «Идентификация параметров синхронных машин в эксплуатационных режимах электрической сети» является законченной научно-квалификационной работой, выполненной на высоком уровне, а её автор Фролов Михаил Юрьевич заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.14.02 – Электрические станции и электроэнергетические системы.

Официальный оппонент  
заведующий научно-исследовательской лабораторией «Моделирование электроэнергетических систем» ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»,  
кандидат технических наук по специальности 05.14.02 – Электрические станции и электроэнергетические системы

**Андреев Михаил Владимирович**

Сведения:

**Полное наименование организации:**

федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет».

**Юридический адрес:** Россия, 634050, г. Томск, проспект Ленина, дом 30.

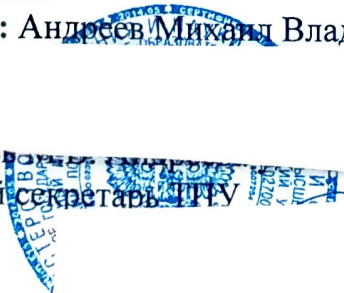
**Телефон:** +7 (3822) 60-63-33

**Эл. адрес:** [andreevmv@tpu.ru](mailto:andreevmv@tpu.ru)

**Должность:** заведующий научно-исследовательской лабораторией «Моделирование электроэнергетических систем» Инженерной школы энергетики

**Ф.И.О.:** Андреев Михаил Владимирович

Подпись  
Ученый секретарь ТПУ



О.А. Ананьева

*Ананьева О.А.*  
18.09.2018

*Судья по делу*  
18.09.2018 г. *А.А. Русина А.А.*

*Фролов М.Ю.*