

ОТЗЫВ

Официального оппонента Колосок И.Н. на диссертацию Кочневой Е.С. «Достоверизация измерений электрической энергии методами оценивания состояния», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.02 – электростанции и электроэнергетические системы

Актуальность темы. Наличие автоматизированных систем контроля и учета электрической энергии (АСКУЭ) на интервалах времени от нескольких минут до нескольких месяцев является одним из главных условий выхода производителей и потребителей электроэнергии (ЭЭ) на рынок электроэнергии. Достоверность, полнота и точность измерительной информации от коммерческих систем АСКУЭ является главным требованием к справедливому обеспечению коммерческих интересов участников рынка ЭЭ. Из-за недостаточного оснащения ЭЭС измерительными комплексами электроэнергии (ИКЭЭ) эта информация является неполной, кроме того, она содержит случайные и систематические погрешности, а также в измерениях ЭЭ могут появляться грубые ошибки. Вероятность появления недостоверных измерений достаточно велика, поэтому контроль достоверности измерительной информации о потоках ЭЭ – одна из актуальных проблем при создании и функционировании АСКУЭ. Применяемые для оценки достоверности таких измерений инженерные и метрологические подходы имеют ряд недостатков и не позволяют решать эту задачу в темпе принятия решений оператором рынка электроэнергии. Для повышения достоверности телеинформации, используемой при оперативном диспетчерском управлении ЭЭС, уже более 40 лет используются методы оценивания состояния (ОС), позволяющие отфильтровать погрешности измерений и рассчитать недостающие данные. Разработанные в рамках теории ОС методы достоверизации измерительной информации, могут успешно применяться для достоверизации измерений ЭЭ, полученных от АСКУЭ.

Поэтому тема диссертационной работы, посвященная разработке математических моделей и методов оценки достоверности измерений ЭЭ на базе теории оценивания состояния **является актуальной.**

Научная новизна исследований и полученных результатов определяется предложенной автором методикой адаптации подходов теории оценивания состояния для повышения достоверности измерений ЭЭ в ЭЭС, отвечающих современным требованиям, и состоит в следующем:

1. Разработаны методы априорной проверки достоверности измерений ЭЭ на базе метода контрольных уравнений, работоспособные при коммутациях в сети и при неполной наблюдаемости схемы.
2. Разработаны методы анализа остатков оценивания для обнаружения грубых ошибок в измерениях ЭЭ, базирующиеся на алгоритме решения задачи энергораспределения методом контрольных уравнений.
3. Разработаны методы выявления систематических ошибок в измерениях ЭЭ на основе анализа статистических архивов данных.

4. Предложена методика формирования и использования проверочных выражений для анализа качества наиболее ответственных измерений и уточнения их расчетных оценок.
5. Исследована способность предложенных подходов к идентификации ошибок "малых" измерений. Исследованы особенности и определены области применения разработанных методов и алгоритмов

Степень обоснованности и достоверности результатов работы определяется корректным применением общей теории функционирования энергосистем, основ метрологии, теории оценивания состояния, методов теории вероятностей и математической статистики, а также методов математического моделирования. Вводимые автором допущения и упрощения в разработанные методы и модели обосновывались расчетными экспериментами в условиях, приближенных к реальным.

Теоретическая и практическая значимость работы заключается в предложенном автором подходе к адаптации методов теории оценивания состояния для решения задачи проверки достоверности измерений ЭЭ, построенном на сочетании априорных и апостериорных методов обработки данных со статистическими методами оценивания состояния.

Программы, реализующие разработанные методы и алгоритмы анализа достоверности измерений ЭЭ, могут использоваться при решении задачи энергораспределения для повышения качества результатов, а также в виде самостоятельных приложений для контроля качества измерений ЭЭ и выявления неисправных ИКЭЭ.

Подтверждение опубликования основных результатов работы Результаты исследований по теме диссертации отражены в 16 публикациях соискателя. Основные теоретические положения и практические рекомендации достаточно полно представлены в публикациях, неоднократно докладывались и обсуждались на конференциях и семинарах различного уровня, в том числе и международных.

По диссертации имеются следующие замечания:

1. В работе используются такие характеристики случайной погрешности измерений ЭЭ, как матожидание и дисперсия. Говорить о матожидании, дисперсии и других характеристиках случайной величины можно, принимая определенный закон распределения этой величины. Например, для погрешностей телеизмерений при оценивании состояния ЭЭС это может быть нормальный закон, двойной экспоненциальный, равномерный. Исходя из этого, определяются доверительные интервалы оценок, максимально допустимые невязки контрольных уравнений, дисперсии остатков оценивания и их пороговые значения и др. Из текста не ясно, какой закон распределения случайной погрешности принят в работе. Почему, например, пороговые значения взвешенных и нормализованных остатков оценивания приняты равными ± 1 ?
2. В диссертационной работе автор чаще всего принимает величину случайной погрешности, равной 1% от измерения. Следует пояснить, насколько это методически правильно, поскольку в этом случае при появлении в измерении грубой ошибки изменится предельно допустимая погрешность измерения и пороговые значения невязок контрольных уравнений, включающих это измерение.

3. В диссертации для иллюстрации разных этапов работы предложенных автором алгоритмов используются разные тестовые схемы. Алгоритмы формирования контрольных уравнений иллюстрируются на 5-узловой схеме с одним измерением в ветви. Для иллюстрации алгоритма достоверизации используется 4-узловая схема с двумя измерениями в ветви. Нагляднее было бы использовать одну и ту же схему с одним набором измерений.
4. Используемый автором алгоритм разноса потерь снижает размерность задачи, но в то же время снижает эффективность процедуры идентификации грубых ошибок, поскольку в этом алгоритме измерения от двух ИКЭЭ, расположенных по концам ветви, заменяются одним псевдоизмерением, для которого и выполняется проверка достоверности. В случае обнаружения в этом псевдоизмерении грубой ошибки невозможно определить, какой из двух ИКЭЭ является ее причиной.
5. В разделе 4.3 по робастным методам проверки достоверности автор предлагает определять вид целевой функции оценивания состояния для каждого измерения по величине его остатка оценивания. Но для вычисления остатков оценивания необходимо провести ОС по квадратичному критерию. Следовало бы более подробно представить методику совместного использования апостериорных методов достоверизации и робастных методов, тем более, что это направление является очень перспективным в области развития методов ОС.
6. В главе 5 приведены результаты расчетов для довольно большого фрагмента реальной схемы, включающего несколько десятков узлов. С помощью каких программных средств выполнялись расчеты? Являются ли они разработкой автора?
7. На стр. 68 указано, что СКО невязки контрольного уравнения равно сумме СКО погрешностей входящих в него измерений. На самом деле дисперсия, а не СКО, невязки контрольного уравнения определяется суммой дисперсий погрешностей измерений, как правильно автор показал в формуле (3.4).
8. В примере на стр. 72-74 по рис. (3.8) есть неточности. Так, после исключения измерения Э23 в схеме остается 4 избыточных измерения и может быть получено 4 контрольных уравнения, а не 3, как сказано в тексте.
9. В табл. 4.1 и 4.3 нагрузки мощностей и энергии в узлах имеют противоположные знаки. Следует пояснить, почему.

Соответствие работы требованиям, предъявляемым к диссертации

В предоставленной работе сформулирована актуальная тема. На основе большого числа проанализированных автором причин появления грубых ошибок в измерениях ЭЭ и существующих методов повышения их достоверности, результатов проведенных исследований и на основе адаптации подходов теории оценивания состояния последовательно сформулированы, а затем решены задачи диссертационной работы. В ходе исследований разработаны алгоритмы достоверизации измерений ЭЭ методом контрольных уравнений и методом анализа остатков оценивания, позволяющие обнаружить в них ошибочные данные. Все алгоритмы проверены расчетными экспериментами в условиях, приближенных к реальным. Результаты расчетов свидетельствуют о высокой эффективности практического применения разработанных методов и алгоритмов при решении комплекса задач АСКУЭ.

Указанные обстоятельства свидетельствуют о том, что рассматриваемая работа соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

Достоинства и недостатки содержания и оформления диссертации. Содержание диссертации соответствует сформулированным целям. В работе последовательно решены все поставленные автором задачи. Автор достаточно глубоко владеет разносторонней информацией по теме исследования.

Оформление диссертации заслуживает высокой оценки. Текст диссертации и автореферата выполнен в соответствии с требованиями ГОСТ.

Соответствие автореферата основным положениям диссертации. Автореферат соответствует содержанию диссертации и достаточно полно и объективно отражает основные положения и результаты выполненных в диссертации исследований.

Заключение.

Диссертация Е.С. Кочневой является законченной научно-исследовательской работой. Она выполнена на высоком теоретическом уровне по тематике, актуальной для электроэнергетики России, обладает научной новизной, содержит оригинальные результаты и имеет теоретическое и практическое значение и, безусловно, вносит большой вклад в решение важной научно-технической проблемы повышения качества и достоверности измерительной информации от коммерческих систем АСКУ, являющейся основой финансовых расчетов на рынке ЭЭ.

По содержанию и по форме работа соответствует требованиям, предъявляемым ВАК к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор – Кочнева Елена Сергеевна заслуживает присуждения искомой степени по специальности 05.14.02 – электростанции и электроэнергетические системы.

Официальный оппонент
ведущий научный сотрудник
Института систем энергетики им.
Л.А. Мелентьева СО РАН,
доктор технических наук



Колосок И.Н.
27.08.2015

Фамилия, имя, отчество	Колосок Ирина Николаевна
Полное наименование организации, работником которой является указанное лицо	Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева Сибирского отделения Российской академии наук (ИСЭМ СО РАН)
Структурное подразделение, занимаемая должность	Лаборатория №43, ведущий научный сотрудник
Почтовый адрес, телефон, адрес электронной почты, адрес сайта организации, в которой работает указанное лицо	664033, Россия г. Иркутск, Ул. Лермонтова, 130 тел.: 8 (3952) 500-646 доп. 230 факс: 8 (3952) 42-47-00 E-mail: kolosok@isem.sei.irk.ru Сайт: http://sei.irk.ru/