

## **ОТЗЫВ**

**официального оппонента кандидата технических наук, доцента Кузнецовой Светланы Владимировны на диссертационную работу Чебряковой Ю.С. «Исследование манипуляционно-исполнительных и диагностических компонентов мехатронного комплекса дистанционного мониторинга высоковольтного оборудования», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.02.05 Роботы, мехатроника и робототехнические системы**

Отзыв подготовлен на основании изучения диссертации и автореферата. Диссертация состоит из введения, четырёх глав, заключения и библиографического списка из 115 наименований. Эти разделы размещены на 159 страницах. Диссертация имеет приложение с актами об использовании её результатов от следующих предприятий и организаций: филиала «Владимирэнерго» ПАО «МРСК Центра и Приволжья»; филиала «Владимирский» ПАО «Т Плюс» (Владимирская ТЭЦ); ООО «МФ-Электро»; ООО «ТехСтройЭнерго» и ООО «СИП-энерго».

### **Актуальность темы диссертации**

Важнейшей особенностью мехатроники как области современной науки и техники является междисциплинарность, лежащая в основе её фундаментальной и прикладной проблематики. Иллюстрацией этого является диссертация Чебряковой Ю.С., посвящённая исследованию манипуляционно-исполнительных и диагностических компонентов мехатронных комплексов дистанционного мониторинга высоковольтного оборудования.

Актуальность диссертации определяется практической востребованностью дистанционного мониторинга крупногабаритных высоковольтных аппаратов и отсутствием в настоящее время специализированных манипуляционно - исполнительных компонентов, перемещение которых координируется с учетом текущих результатов мониторинга. Применение мехатронного подхода позволило автору за счёт функционально-конструктивной и аппаратно-программной интеграции манипуляционно - исполнительных и диагностических компонентов обеспечить автоматизацию мониторинга и снизить присутствие человека в опасных зонах вблизи диагностируемого высоковольтного оборудования без потери информации о его техническом состоянии.

### **Научная новизна**

Научная новизна диссертации тесно связана с особенностями объекта мониторинга - крупногабаритного высоковольтного оборудования электрических подстанций. Именно эти особенности потребовали от автора разработки принципов автоматизации дистанционного мониторинга средствами мехатроники, обладающих научной новизной

В первую очередь, это принцип объединения адаптивных манипуляционно-исполнительных и диагностических компонентов в

мехатронный комплекс на основе единого подхода к управлению ими с учётом текущих результатов мониторинга. Ведущую роль в осуществлении такого управления играет адаптивный интерполятор, являющийся, наиболее интересной в научном плане разработкой автора. Для повышения достоверности мониторинга путём изменения параметров движения антенны в соответствии результатами сканирования предложено применение модифицированного метода оценочной функции.

Во-вторых, это принцип анализа случайных разрядов (ЧР) в диагностируемых высоковольтных аппаратах как случайного импульсного процесса. На этой основе предложена математическая модель спектральной плотности процесса ЧР в изоляции высоковольтных аппаратов, ориентированная на применение в мехатронном комплексе дистанционного мониторинга, особенностью которой является учёт взаимной корреляции между ЧР, происходящими в разных локальных областях одного бака диагностируемого высоковольтного аппарата.

Новым научным результатом, по-нашему мнению, является теоретическое обоснование и экспериментальное подтверждение возможности дистанционного мониторинга концентрации растворённых газов в масле главной изоляции силовых трансформаторов с помощью предложенных мехатронных средств диагностики.

#### **Достоверность результатов**

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций диссертации Чебряковой Ю.С. подтверждаются корректностью выбора методов исследований, соответствующих решаемым задачам. Например, учитывая специфику объекта исследований, автор широко применяет методы, основанные на стохастическом подходе (разделы 2.2, 4.1, 4.3). Результаты теоретических исследований подтверждены математическим моделированием (разделы 2.2, 3.2, 3.3, 4.3), проведением на основе апробированных методик вычислительных и физических (гл. 4) экспериментов. Важно, что практика опытной эксплуатации комплекса «ЭЛЕКТРО», подтвердила эффективность манипуляционно-исполнительных и диагностических компонентов, разработанных на основе научных положений, выводов и рекомендаций диссертации.

Содержание диссертации свидетельствует о её научном единстве и завершенности.

В первой главе дан анализ технологического процесса мониторинга высоковольтного оборудования как объекта автоматизации средствами мехатроники и сформулированы принципы автоматизации на основе мехатронного подхода, определившие направление дальнейших исследований.

Во второй главе на базе анализа физических и математических основ электрошумовой интродиагностики определены перспективные направления

применения средств мехатроники для дистанционного мониторинга высоковольтного оборудования. Первый раздел посвящён теоретическому обоснованию возможности дистанционной оценки концентрации растворённых газов в масло-барьерной изоляции силовых трансформаторов и реакторов с номинальными напряжениями от 10 до 1150 кВ с помощью мехатронных средств электрошумовой интродиагностики. Во втором разделе обоснована возможность применения параметров спектрального распределения случайного процесса ЧР в качестве диагностических признаков при дистанционном мониторинге состояния изоляции высоковольтных аппаратов средствами мехатроники. В заключительном разделе второй главы рассмотрены вопросы синтеза математических моделей электрошумового мониторинга.

Третья глава диссертации посвящена разработке манипуляционно-исполнительных модулей и их интеграции с диагностическими компонентами в мехатронном комплексе дистанционного мониторинга. На основе анализа наиболее распространённых методов интерполяции траекторных перемещений сделан вывод о том, что для повышения достоверности мониторинга путём изменения параметров движения антенны в соответствии с результатами сканирования целесообразно применение модифицированного метода оценочной функции. Его содержание раскрыто на примере исполнительного механизма перемещения антенны МКДМ «ЭЛЕКТРО». Представлен анализ динамики и устойчивости компонент адаптивного интерполятора, обеспечивающих первичное и вторичное преобразование электрошумового сигнала. Предложена методика анализа и минимизации динамических погрешностей тракта первичного преобразования и передачи сигнала.

В четвёртой главе исследованы возможности для решения практических задач диагностики высоковольтного оборудования. Приведены примеры решения нестандартных задач дистанционной диагностики состояния главной изоляции силовых трансформаторов. Эксперименты проводились в процессе плановых комплексных обследований состояния трансформаторного оборудования для 58 трансформаторов электрических подстанций (ПС) предприятий магистральных электрических сетей (МЭС) Центра в период с 2009 г. по 2015 г.

#### **Замечания по диссертации:**

- в диссертации отсутствует раздел, посвящённый программной реализации предложенных методов моделирования;
- не аргументировано утверждение автора (раздел 3.4) о том, что неустойчивость системы в режиме больших сигналов можно использовать для идентификации разрядных процессов в диагностируемом аппарате;
- не обоснован выбор значений показателя геометрической близости графиков зависимостей, полученных экспериментально и с использованием предложенных моделей, в качестве критерия адекватности моделей.

### Общая оценка диссертации

Диссертационная работа Чебряковой Ю.С. «Исследование диагностических и манипуляционно-исполнительных компонентов мехатронного комплекса дистанционного мониторинга высоковольтного оборудования» является законченной научно-исследовательской работой, выполненной на актуальную тему. Диссертация содержит решение актуальной задачи построения мехатронных средств дистанционного мониторинга, достоверность, безопасность, оперативность которого достигаются за счёт глубокой интеграции компонентов. Выводы по диссертационной работе сформулированы корректно и правильно отражают научную сущность и результаты исследований. Оформление диссертации и автореферата отвечает предъявляемым требованиям. Автореферат соответствует материалам, изложенным в диссертации. Отмеченные выше недостатки не ставят под сомнение основные положения работы, новизну и значимость её результатов и выводов.

По результатам исследования опубликовано 19 работ, в числе которых 5 статей в журналах из перечня ВАК по группе специальностей 05.02.00. Изобретения по теме диссертации защищены двумя патентами РФ.



### Заключение

Диссертации отвечает требованиям Положения о присуждении учёных степеней, её содержание соответствует специальности 05.02.05 Роботы, мехатроника и робототехнические системы. Автор диссертации, Чебрякова Юлия Сергеевна, заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.02.05 Роботы, мехатроника и робототехнические системы.

Официальный оппонент,  
кандидат технических наук, доцент,  
доцент кафедры «Приборостроение» ФГБОУ ВО  
«Ковровская государственная технологическая  
академия имени В.А.Дегтярева»

Подпись Кузнецовой С.В. удостоверяю.  
Ученый секретарь Ученого совета

«25» мая 2017 г.

  
/С.В. Кузнецова/  
  
/О.В. Разумовская/  
М.П.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ковровская государственная технологическая академия имени В.А.Дегтярева». Юридический и почтовый адрес: 601910, Владимирская обл., г. Ковров, ул. Маяковского, 19, Тел. (4922) 3-20-99, E-mail: svkuznecova@gmail.com