

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор,
проректор по научной и
инновационной работе ВлГУ,
д.ф.-м.н., профессор



В.Г. Прокошев

«29» ноября 2016 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»

Диссертация «Исследование диагностических и манипуляционно-исполнительных компонентов мехатронного комплекса дистанционного мониторинга высоковольтного оборудования» выполнена во Владимирском государственном университете имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых на кафедре электротехники и электроэнергетики.

В период подготовки диссертации соискатель **Чебрякова Юлия Сергеевна** обучалась в заочной аспирантуре федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых».

Соискатель Чебрякова Юлия Сергеевна в 2009 г. окончила с отличием государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Владимирский государственный университет» по специальности «Электроснабжение». В 2011 дипломом с отличием Чебряковой Ю.С. присвоена степень магистра техники и технологии по направлению «Электроэнергетика» в государственном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых».

Удостоверение о сдаче кандидатских экзаменов выдано в 2016 г. федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых».

Научный руководитель – Шахнин Вадим Анатольевич, доктор технических наук, профессор кафедры «Электротехника и

электроэнергетика» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых».

Диссертация Чебряковой Ю.С. на тему «Исследование диагностических и манипуляционно-исполнительных компонентов мехатронного комплекса дистанционного мониторинга высоковольтного оборудования» рассмотрена на расширенном заседании кафедры «Электротехника и электроэнергетика» ВлГУ от 29 ноября 2016 г., протокол № 4.

ВЫПИСКА

из протокола № 4 расширенного заседания кафедры «Электротехника и электроэнергетика» (ЭтЭн) ВлГУ от 29.11.2016 г.

ПРИСУТСТВОВАЛИ:

Заведующий кафедрой ЭтЭн, доктор технических наук Бадалян Норайр Петикович; заведующий кафедрой МиЭСА, доктор технических наук Кобзев Александр Архипович; заведующий кафедрой ТМС, доктор технических наук Морозов Валентин Васильевич; профессор, доктор технических наук Малофеев Сергей Иванович; профессор, доктор технических наук Гоц Александр Николаевич; профессор, доктор технических наук Копейкин Анатолий Иванович; профессор, доктор технических наук Сбитнев Станислав Александрович; профессор, доктор технических наук Шахнин Вадим Анатольевич; профессор, кандидат технических наук Колесник Григорий Платонович; доцент, кандидат технических наук Андрианов Дмитрий Петрович; доцент, кандидат технических наук Афонин Валерий Иванович; доцент, кандидат технических наук Максимов Юрий Павлович; доцент, кандидат технических наук Новикова Елена Александровна; доцент, кандидат технических наук Шмелёв Вячеслав Евгеньевич; аспирант Мироненко Ярослав Владимирович; аспирант Чебрякова Юлия Сергеевна.

По профилю специальности рассматриваемой диссертации присутствовали четыре доктора технических наук.

СЛУШАЛИ:

Доклад аспиранта Чебряковой Ю.С. по кандидатской диссертации на тему: «Исследование диагностических и манипуляционно-исполнительных компонентов мехатронного комплекса дистанционного мониторинга высоковольтного оборудования» по специальности 05.02.05 – роботы, мехатроника и робототехнические системы.

В обсуждении работы приняли участие: д.т.н. Бадалян Н.П., д.т.н. Гоц А.Н., д.т.н. Кобзев А.А., д.т.н. Копейкин А.И., д.т.н. Малафеев С.И., д.т.н. Сбитнев С.А., к.т.н. Андрианов Д.П., к.т.н. Колесник Г.П., к.т.н. Шмелёв В.Е.

На все поставленные в ходе обсуждения вопросы диссертант Чебрякова Ю.С. дала аргументированные ответы.

С рецензией диссертации выступили зав. кафедрой ЭтЭн, д.т.н. Бадалян Н.П. и зав. кафедрой МиЭСА, д.т.н. Кобзев А.А. Рецензенты дали работе положительную оценку, отметили, что она отвечает требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, и может быть рекомендована к защите в диссертационном совете Д212.025.05 при ВлГУ по специальности 05.02.05 – роботы, мехатроника и робототехнические системы.

ПОСТАНОВИЛИ: принять по диссертационной работе Чебряковой Ю.С. «Исследование диагностических и манипуляционно-исполнительных компонентов мехатронного комплекса дистанционного мониторинга высоковольтного оборудования» следующее заключение:

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ПО ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЕ

Диссертация Чебряковой Ю.С. «Исследование диагностических и манипуляционно-исполнительных компонентов мехатронного комплекса дистанционного мониторинга высоковольтного оборудования» является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований содержится решение актуальной задачи построения мехатронных средств дистанционного мониторинга, достоверность, безопасность и оперативность которого достигаются за счёт глубокой функционально-конструктивной и аппаратно-программной интеграции манипуляционно-исполнительных и диагностических компонентов.

Актуальность темы диссертации определяется практической востребованностью мехатронных средств, необходимых для выполнения в недетермированных и опасных условиях дистанционного мониторинга крупногабаритных высоковольтных аппаратов. Тема диссертации соответствует п. 43 «Мехатронные технологии» Перечня критических технологий РФ, утверждённого Указом Президента РФ от 7 июля 2011 г. и «Положению о технической политике ФСК ЕЭС на период 2006 – 2016 гг.» (раздел «Диагностика и мониторинг оборудования»).

Работа выполнялась в период с 2011 по 2016 г. на кафедре «Электротехника и электроэнергетика» ВлГУ.

Таким образом, диссертация Чебряковой Ю.С. «Исследование диагностических и манипуляционно-исполнительных компонентов мехатронного комплекса дистанционного мониторинга высоковольтного оборудования» выполнялась по плану важнейших научно-исследовательских работ и её можно квалифицировать как исследование, направленное на решение актуальной задачи построения мехатронных средств дистанционного мониторинга высоковольтного оборудования, достоверность, безопасность и оперативность которого достигаются за счёт глубокой функционально-конструктивной и аппаратно-программной интеграции манипуляционно-исполнительных и диагностических компонентов.

Личное участие в получении результатов, изложенных в диссертации.

Весь объём теоретических исследований выполнен автором лично. Результаты экспериментальных исследований и испытаний разработанных манипуляционно-исполнительных и диагностических компонентов мехатронного комплекса получены лично автором или при его доминирующем участии.

Основные научные положения диссертационной работы опубликованы в научных публикациях. В статьях, опубликованных в соавторстве, личный вклад Чебряковой Ю.С. состоит в анализе технологического процесса мониторинга высоковольтного оборудования как объекта автоматизации средствами мехатроники, в выборе принципов синергетической интеграции манипуляционно-исполнительных и диагностических компонентов в диагностическом мехатронном комплексе, в разработке функциональных схем и математических моделей указанных компонентов, а также в получении и обработке результатов их испытаний.

Достоверность результатов проведённых исследований.

Достоверность научных положений подтверждается обоснованным выбором методов исследования, адекватных поставленным задачам и соответствием результатов теоретических исследований результатам математического моделирования, вычислительного и физического экспериментов. Достоверность экспериментальных исследований подтверждается применением поверенных средств измерений и апробированных методик. Обоснованность выводов, рекомендаций и инженерных методик расчёта подтверждается результатами испытаний мехатронного комплекса «ЭЛЕКТРО», разработанного на их основе, и результатами эксплуатации различных модификаций этого комплекса на электрических подстанциях Волго-Окского предприятия магистральных электрических сетей и филиала «Владимирэнерго» ПАО «МРСК Центра и Приволжья».

Научная новизна результатов проведённых исследований заключается в следующем:

1. Сформулированы принципы гибкой автоматизации дистанционного мониторинга крупногабаритного высоковольтного оборудования в недетерминированных и опасных для человека условиях средствами мехатроники.

2. На основе информационной и аппаратной интеграции диагностических и манипуляционно-исполнительных компонент разработаны способы адаптивного управления изменением электрического поля и движением сенсорного модуля мехатронного комплекса с учётом текущих результатов мониторинга.

3. Предложена математическая модель процесса частичных разрядов в изоляции диагностируемого оборудования, ориентированная на применение мехатронных средств мониторинга высоковольтных аппаратов.

4. Экспериментально показана и статистически обоснована возможность дистанционного мониторинга концентрации растворённых газов в масле главной изоляции силовых трансформаторов с помощью мехатронных средств диагностики.

Практическая значимость диссертации и использование полученных результатов.

1. На основе модифицированного метода оценочной функции разработан адаптивный интерполятор для управления движением компонентов мехатронного комплекса с учётом текущих результатов мониторинга.

2. Предложены аппаратные средства определения статистических характеристик ЧР в изоляции высоковольтного оборудования, предназначенные для применения в мехатронных комплексах дистанционного мониторинга.

3. Разработаны теоретические основы инженерной методики анализа устойчивости, быстродействия и динамических погрешностей устройств присоединения и вторичных преобразователей, работающих в составе манипуляционно-исполнительных компонентов мехатронного комплекса «ЭЛЕКТРО».

4. На основе математического моделирования и экспериментальных исследований мехатронного комплекса «ЭЛЕКТРО» разработаны два способа диагностики высоковольтного оборудования, признанные изобретениями.

Практическая ценность результатов диссертации документально подтверждается соответствующими актами предприятий и организаций электроэнергетического комплекса:

- Филиал «Владимирэнерго» ПАО «МРСК Центра и Приволжья»;
- Филиал «Владимирский» ПАО «Т Плюс»;
- ООО «МФ-Электро»;
- ООО «ТехСтройЭнерго»;
- ООО «СИП-энерго».

Полнота изложения диссертации в опубликованных работах.

По результатам исследований, отражённых в диссертации, опубликовано 16 работ и получено 2 патента Российской Федерации на изобретения. Основные научные положения диссертационной работы изложены в 8 статьях, опубликованных в журналах из Перечня ВАК:

1. Шахнин В.А., Моногаров О.И., Чебрякова Ю.С. Переходные процессы в устройствах присоединения средств электрошумовой интродиагностики высоковольтного оборудования / Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. - 2012. - №2. - С. 50-54. *Личный вклад – сформулированы и обоснованы практически важные выводы о характере переходных процессов для амплитуды и фазы устройств присоединения манипуляционно-исполнительного модуля мехатронного комплекса.*

2. Шахнин В.А., Моногаров О.И., Чебрякова Ю.С. Анализ динамических погрешностей датчиков для электрошумовой интродиагностики высоковольтного оборудования / Контроль и диагностика. - №8. - 2012. - С. 27-31. *Личный вклад – предложена методика исследования, позволяющая значительно сократить объем вычислений при точном выполнении обратного преобразования Лапласа.*

3. Шахнин В.А., Моногаров О.И., Чебрякова Ю.С. Управление движением мехатронного комплекса электрошумовой диагностики высоковольтного оборудования / Мехатроника, автоматизация, управление. – 2013. - № 8. – С. 47-50. – ISSN 1684-6427. *Личный вклад – разработана функциональная схема адаптивного интерполятора.*

4. Шахнин В.А., Моногаров О.И., Чебрякова Ю.С. Математическое моделирование статистических характеристик частичных разрядов при диагностике высоковольтного оборудования / Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. – 2013. - № 7. - С. 54-58. *Личный вклад – предложена модель процесса частичных разрядов в изоляции диагностируемого оборудования, ориентированная на применение мехатронных средств мониторинга.*

5. Шахнин В.А., Моногаров О.И., Чебрякова Ю.С. Алгоритм управления движением антенны мехатронного комплекса электрошумовой диагностики высоковольтного оборудования / Контроль и диагностика. - №12. - 2013. - С. 34-38. *Личный вклад – обоснована целесообразность применения модифицированного метода оценочной функции для разработки алгоритма управления.*

6. Шахнин В.А., Чебрякова Ю.С., Мироненко Я.В. Аппаратный анализ и моделирование статистических характеристик частичных разрядов для интродиагностики высоковольтного оборудования / Автоматизация и современные технологии, 2015, №1, с. 23-28. *Личный вклад – разработана функциональная схема анализатора спектральной плотности для диагностического модуля мехатронного комплекса.*

7. Шахнин В.А., Чебрякова Ю.С., Мироненко Я.В. Статистические характеристики частичных разрядов как диагностические признаки состояния изоляции высоковольтного оборудования / Контроль. Диагностика, 2015, № 2, с. 59-65. *Личный вклад – обоснована целесообразность использования параметров спектрального распределения в качестве измеряемых (входных) для диагностического модуля мехатронного комплекса.*

8. Шахнин В.А., Чебрякова Ю.С. Оценка концентрации растворённых газов в масле главной изоляции силовых трансформаторов по параметрам частичных разрядов / ЭЛЕКТРО. Электротехника, электроэнергетика, электротехническая промышленность, 2016, №4, с. 12-20. *Личный вклад – статистически обоснована возможность дистанционного мониторинга концентрации растворённых газов в масле главной изоляции силовых трансформаторов с помощью мехатронных средств диагностики.*

К числу наиболее значимых работ, опубликованных в зарубежных журналах, научных сборниках и материалах научно-технических конференций, относятся следующие:

1. Шахнин, В.А., Чебрякова Ю.С. Повышение достоверности электрошумовой интродиагностики высоковольтных вводов автотрансформаторов. Сборник материалов Международной НТК «Электрические аппараты, электротехнические комплексы и системы». Т. 1.

–Ульяновск: УлГТУ, 2011, с. 264-266. *Личный вклад – предложено использование мехатронных диагностических модулей.*

2. Шахнин В.А., Чебрякова Ю.С. Экспериментальное исследование статистических характеристик частичных разрядов в масляной и RIP-изоляции высоковольтных вводов / Материалы Всероссийской НТК «Приборы и методы измерений, контроля качества и диагностики в промышленности и на транспорте», Омск, 2013 г. , с. 45-48. *Личный вклад – предложена функциональная схема экспериментальной установки.*

3. Шахнин В.А., Чебрякова Ю.С. Спектральное распределение частичных разрядов как диагностический признак состояния изоляции высоковольтного оборудования / Многопрофильный научный журнал Кустанайского государственного университета им. А. Байтурсынова, 2014, № 3, с. 115-121. *Личный вклад – исследована статистическая взаимосвязь параметров спектрального распределения и эксплуатационных параметров изоляции.*

4. Шахнин В.А., Бадалян Н.П., Чебрякова Ю.С. Мехатронный модуль для диагностики высоковольтного оборудования / Вестник Национального политехнического университета Армении. Серия «Электротехника. Энергетика», 2015. № 2, с.9-18. *Личный вклад – предложена функциональная схема мехатронного модуля.*

5. Чебрякова Ю.С. Разработка мехатронного модуля дистанционной сканирующей диагностики высоковольтного оборудования / Сборник материалов VII Международной НТК «Электроэнергетика глазами молодежи», Казань: КГЭУ, 2016, с. 254-257.

Изобретения, выполненные по тематике диссертации, защищены двумя патентами Российской Федерации:

1. Патент РФ на изобретение № 2511607, МКП G01R 33/12. Способ электрошумовой диагностики высоковольтного оборудования / В.А. Шахнин, О.Ю. Моногаров, Ю.С. Чебрякова - Бюлл. изобр. № 10, 2014. *Личный вклад – предложено изменять напряжённость электрического поля в соответствии интенсивностью частичных разрядов.*

2. Патент РФ на изобретение № 2536795, МКП G01R 33/12. Способ диагностики высоковольтного оборудования по параметрам частичных разрядов / В.А. Шахнин, Ю.С. Чебрякова, Я.В. Мироненко. - Бюлл. изобр. № 12, 2014. *Личный вклад – предложена функциональная схема реализации способа, ориентированная на применение в мехатронных диагностических модулях.*

Соответствие содержания диссертации избранной специальности

Содержание первой главы «Технологический процесс мониторинга высоковольтного оборудования электрических подстанций как объект гибкой автоматизации мехатронными средствами» соответствует области исследований, сформулированной в п.6 паспорта специальности следующим образом: «Исследование автоматизированных технологических процессов, создаваемых на базе робототехнических и мехатронных систем на стадии проектирования...».

Главным итогом исследований, представленных во второй главе, являются математические модели разрядных процессов в изоляции (раздел 2.2) и математические модели электрошумовой диагностики средствами мехатроники (раздел 2.3), ставшие статистической основой построения мехатронного комплекса дистанционного мониторинга. Эти результаты соответствуют области исследований, сформулированной в п.2 паспорта специальности следующим образом: «Математическое моделирование мехатронных и робототехнических систем ...».

Исследования, представленные в третьей главе, посвящены адаптивному управлению движением манипуляционно-исполнительных компонентов мехатронного комплекса, анализу устойчивости, быстродействия и динамических погрешностей, а также разработке методики их инженерного расчёта. Материал третьей главы соответствует перечню направлений исследований паспорта специальности по п.3 «Методы адаптивного, распределённого, интеллектуального управления робототехническими и мехатронными системами» и п.5 «Методы расчёта и проектирования отдельных компонентов, входящих в состав робототехнических и мехатронных систем ...».

Четвёртая глава диссертации посвящена экспериментальному подтверждению эффективности применения разработанных мехатронных средств для решения практических задач мониторинга высоковольтного оборудования. Содержание этой главы соответствует области исследований, сформулированной в п.6 паспорта специальности «Исследование автоматизированных технологических процессов, создаваемых на базе робототехнических и мехатронных систем на стадии ... эксплуатации».

В соответствии с формулой специальности мехатронные средства дистанционного мониторинга, разработке которых посвящена диссертация, основаны на синергетическом объединении манипуляционно-исполнительных и диагностических компонентов и позволяют снизить присутствие человека в опасных зонах вблизи высоковольтных аппаратов большой мощности.

ВЫВОДЫ

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, и соответствует требованиям ВАК РФ к кандидатским диссертациям.

При выполнении диссертационной работы Чебрякова Ю.С. проявила себя научным работником, способным решать сложные задачи, проводить научные исследования в области мехатроники, автоматического управления, математического моделирования.

В целом объём, научное содержание работы, её теоретическая и научная ценность дают основания рекомендовать диссертацию Чебряковой Ю.С. к защите по специальности 05.02.05 – роботы, мехатроника и робототехнические системы в диссертационном совете Д212.025.05 на базе Владимирского государственного университета имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых.

Диссертация Чебряковой Юлии Сергеевны «Исследование диагностических и манипуляционно-исполнительных компонентов мехатронного комплекса дистанционного мониторинга высоковольтного оборудования» на соискание учёной степени кандидата технических наук рекомендуется к защите по специальности 05.02.05 – роботы, мехатроника и робототехнические системы.

Заключение принято на расширенном заседании кафедры электротехники и электроэнергетики федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых».

Присутствовали на заседании 15 чел. Результаты голосования: «за» - 15 чел., «против» - нет, «воздержались» - нет. Протокол № 4 от 29 ноября 2016 г.

Заведующий кафедрой
«Электротехника и электроэнергетика»,
доктор технических наук

Н.П. Бадалян

Секретарь,
аспирант кафедры
«Электротехника и электроэнергетика»

Я.В. Мироненко