

## Протокол № 98

заседания диссертационного совета Д 212.064.01, созданного при федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина» (ИГЭУ),  
**от 26 февраля 2016 года**  
**при защите диссертации Смирнова Александра Николаевича**  
на тему «Волновой метод двухсторонних измерений для определения места повреждения воздушной линии электропередачи 110 – 220 кВ»  
по специальности 05.14.02 – Электрические станции и электроэнергетические системы, на соискание ученой степени кандидата технических наук

Присутствуют 16 членов диссертационного совета из 22:

- |   |                       |
|---|-----------------------|
| 1. Шуин Владимир Александрович (председатель)   | д-р т. наук, 05.14.02 |
| 2. Ларин Борис Михайлович (зам. председателя)   | д-р т. наук, 05.14.14 |
| 3. Бушуев Евгений Николаевич (ученый секретарь) | д-р т. наук, 05.14.14 |
| 4. Авдюнин Евгений Геннадьевич                  | д-р т. наук, 05.14.04 |
| 5. Барочкин Евгений Витальевич                  | д-р т. наук, 05.14.14 |
| 6. Бухмиров Вячеслав Викторович                 | д-р т. наук, 05.14.04 |
| 7. Мизонов Вадим Евгеньевич                     | д-р т. наук, 05.14.04 |
| 8. Митькин Юрий Алексеевич                      | д-р т. наук, 05.14.02 |
| 9. Очков Валерий Федорович                      | д-р т. наук, 05.14.14 |
| 10. Папков Борис Васильевич                     | д-р т. наук, 05.14.02 |
| 11. Попов Геннадий Васильевич                   | д-р т. наук, 05.14.02 |
| 12. Савельев Виталий Андреевич                  | д-р т. наук, 05.14.02 |
| 13. Созинов Владимир Петрович                   | д-р т. наук, 05.14.04 |
| 14. Соколов Анатолий Константинович             | д-р т. наук, 05.14.04 |
| 15. Тверской Юрий Семенович                     | д-р т. наук, 05.14.14 |
| 16. Шувалов Сергей Ильич                        | д-р т. наук, 05.14.14 |

а также официальные оппоненты, преподаватели и сотрудники университета, представители ОАО «ЭНИН», г. Москва.

**Председательствующий** профессор Шуин Владимир Александрович на основании явочного листа извещает членов Совета о правомочности заседания.

Списочный состав совета 22 человека.

Присутствуют на заседании 16 членов совета из 22, в том числе докторов наук по специальности 05.14.02 – 5. Таким образом, Совет правомочен начать защиту.

**Председательствующий** объявляет о защите кандидатской диссертации Смирнова А.Н. на тему «Волновой метод двухсторонних измерений для определения места повреждения воздушной линии электропередачи 110 – 220 кВ».

Диссертация принята к защите решением диссертационного совета от 21 декабря 2015 года, протокол № 94.

**Научный руководитель** – доктор технических наук, профессор **Панфилов Дмитрий Иванович**, первый заместитель Генерального директора ОАО «Энергетический институт им. Г.М. Кржижановского», г. Москва.

**Официальные оппоненты:**

- доктор технических наук **Куликов Александр Леонидович**, профессор кафедры «Электроэнергетика, электроснабжение и силовая электроника» Нижегородского государственного технического университета,
- кандидат технических наук, доцент **Козлов Владимир Николаевич**, главный конструктор ООО «Научно-производственное предприятие «Бреслер», г. Чебоксары.

**Ведущая организация:** ООО «Исследовательский Центр «Бреслер», г. Чебоксары.

Слово предоставляется **Ученому секретарю Совета** Бушуеву Е.Н., который кратко докладывает об основном содержании представленных документов: *копии диплома об окончании вуза, удостоверения о сданных кандидатских экзаменах и заключения организации, где выполнялась работа.*

**Ученый секретарь** сообщает членам Совета, что все представленные документы соответствуют установленным требованиям.

**Соискатель** излагает основные положения диссертации.

Присутствующие задают вопросы соискателю: член совета Очков В.Ф., член совета Савельев В.А., член совета Митькин Ю.А., член совета Попов Г.В., председатель совета Шуин В.А., член совета Соколов А.К.

**Председательствующий** объявляет технический перерыв.  
После перерыва совет продолжает свою работу.

Слово предоставляется **научному руководителю Панфилову Дмитрию Ивановичу**.

**Ученый секретарь** оглашает отзывы на диссертацию и автореферат:

- **Ученый секретарь** оглашает **заключение организации, где выполнялась работа**, Открытого акционерного общества «Энергетический институт им. Г.М. Кржижановского», оформленное в виде выписки из протокола заседания научного семинара отделения перспектив развития электроэнергетики от 29 июня 2015 года.

**Ученый секретарь** оглашает **отзыв ведущей организации Общества с ограниченной ответственностью «Исследовательский Центр «Бреслер», г. Чебоксары**.

Диссертационная работа и отзыв на неё обсуждены и одобрены на заседании отдела 01 релейной защиты и автоматики ООО «ИЦ Бреслер» от 1 февраля 2016 г. Отзыв подписан заведующим отделом 01 релейной защиты и автоматики ООО «ИЦ Бреслер» кандидатом технических наук Подшивалиным Андреем Николаевичем. Отзыв утвержден исполнительным директором ООО «ИЦ Бреслер» Петровым Андреем Алексеевичем.

**Соискатель** отвечает на замечания, содержащиеся в отзыве ведущей организации.

**Ученый секретарь** извещает членов совета, что на автореферат диссертации поступило 7 отзывов, все отзывы положительные:

1. ФГБОУ ВО «Костромская государственная сельскохозяйственная академия»;
2. ООО «НПП «РЕЗОНАНС», г. Москва;
3. ООО «Институт «Энергосетьпроект», г. Москва;
4. ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС», г. Москва;
5. ФГБОУ ВПО «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова», г. Новочеркасск;

6. ОАО «Институт «ЭНЕРГОСЕТЬПРОЕКТ», г. Москва;
7. Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ», г. Смоленск.

С согласия членов диссертационного совета делается обзор замечаний, содержащихся в отзывах на автореферат. **Соискатель** отвечает на замечания, содержащиеся в отзывах.

Слово предоставляется **официальному оппоненту Куликову Александру Леонидовичу**.

**Соискатель** отвечает на замечания, содержащиеся в отзыве оппонента.

Слово предоставляется **официальному оппоненту Козлову Владимиру Николаевичу**.

**Соискатель** отвечает на замечания, содержащиеся в отзыве оппонента.

В дальнейшей **дискуссии** приняли участие члены Совета: доктор технических наук Митькин Ю.А., доктор технических наук Мизонов В.Е., доктор технических наук Шурин В.А., а также заведующий лабораторией информационно-измерительных и управляющих систем в электроэнергетике ОАО ЭНИН, кандидат технических наук Лачугин В.Ф.

После заключительного слова **соискателя** диссертационный совет переходит к **тайному голосованию**.

Единогласно избирается счетная комиссия из трех членов совета: Митькин Юрий Алексеевич, Бухмиров Вячеслав Викторович и Тверской Юрий Семенович.

После проведения тайного голосования председатель счетной комиссии Митькин Ю.А. оглашает протокол счетной комиссии с результатами голосования:

Состав диссертационного совета утвержден в количестве 22 человек.

Присутствовало на заседании 16 членов совета, в том числе докторов наук по специальности 05.14.02 «Электрические станции и электроэнергетические системы» – 5.

Выдано бюллетеней – 16.

Осталось не выданных бюллетеней – 6.

Оказалось в урне бюллетеней – 16.

**Результаты голосования по вопросу о присуждении Смирнову Александру Николаевичу ученой степени кандидата технических наук подано голосов: «за» – 16, «против» – нет, недействительных бюллетеней – нет.**

Совет открытым голосованием единогласно («за» – 16, «против» – нет) утверждает протокол счетной комиссии и результаты голосования.

**Председательствующий** поздравляет соискателя **Смирнова Александра Николаевича** с присуждением ему ученой степени кандидата технических наук.

Совет переходит к обсуждению проекта заключения, подготовленного комиссией в составе членов совета Митькина Ю.А., Савельева В.А. и Попова Г.В.

После обсуждения и внесения редакционных поправок Совет открытым голосованием единогласно принимает следующее заключение:

**Заключение диссертационного совета Д 212.064.01 на базе  
федерального государственного образовательного учреждения  
высшего образования «Ивановский государственный  
энергетический университет имени В.И. Ленина»  
Министерства образования и науки Российской Федерации  
по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук**

решение диссертационного совета от 26 февраля 2016 г.

О присуждении **Смирнову Александру Николаевичу**, гражданину России ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Волновой метод двухсторонних измерений для определения места повреждения воздушной линии электропередачи 110 – 220 кВ» по специальности 05.14.02 – «Электрические станции и электроэнергетические системы» принята к защите 21 декабря 2015 г., протокол № 94, диссертационным советом Д 212.064.01 на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина» Минобрнауки России, 153003, г. Иваново, ул. Рабфаковская, 34. Диссертационный совет утвержден приказом Минобрнауки № 105/нк от 11.04.2012г.

Соискатель Смирнов Александр Николаевич 1987 года рождения.

В 2010 году соискатель с отличием окончил магистратуру Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ» (ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»).

В 2013 году окончил аспирантуру ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» по очной форме обучения.

Работает в должности научного сотрудника в лаборатории информационно-измерительных и управляющих систем в электроэнергетике Открытого акционерного общества «Энергетический институт им. Г.М. Кржижановского».

Диссертация выполнена в лаборатории информационно-измерительных и управляющих систем в электроэнергетике Открытого акционерного общества «Энергетический институт им. Г.М. Кржижановского».

**Научный руководитель** – доктор технических наук, профессор Панфилов Дмитрий Иванович, Первый заместитель Генерального директора, Научный руководитель ОАО «ЭНИН», заведующий кафедрой «Промышленной электроники» ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ».

**Официальные оппоненты:**

– Куликов Александр Леонидович – доктор технических наук, Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева, профессор кафедры «Электроэнергетика, электроснабжение и силовая электроника».

– Козлов Владимир Николаевич – кандидат технических наук, ООО «Научно-производственное предприятие Бреслер» (г. Чебоксары), главный конструктор.

**Ведущая организация** – общество с ограниченной ответственностью «Исследовательский центр «Бреслер», г. Чебоксары

в своем положительном заключении, подписанном Подшивалиным Андреем Николаевичем, кандидатом технических наук, заведующим отделом 01 релейной защиты и автоматики ООО «ИЦ «Бреслер», и утвержденном исполнительным директором Петровым Андреем Алексеевичем, указал, что диссертация Смирнова А.Н. является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение задач, имеющих существенное значение для релейной защиты и автоматики электроэнергетических систем. Диссертационная работа соответствует формуле и области исследования паспорта специ-

альности 05.14.02—«Электрические станции и электроэнергетические системы». Диссертация удовлетворяет требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней» (утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013 г.), предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Смирнов Александр Николаевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.02 – «Электрические станции и электроэнергетические системы».

Соискатель имеет 11 опубликованных печатных работ, в том числе по теме диссертации 11 работ, опубликованных в рецензируемых научных изданиях 4 статьи. Общий объем 8,1 печатных листа, авторский вклад – 2,1 печатных листа. Получены 2 патента, 2 патента на полезную модель и 2 свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ. Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Лачугин В.Ф., Панфилов Д.И., **Смирнов А.Н.** Реализация волнового метода определения места повреждения на линиях электропередачи с использованием статистических методов анализа данных [Текст] / Лачугин В.Ф., Панфилов Д.И., Смирнов А.Н. // Известия РАН. Энергетика. - 2013. - № 6. - С. 137 – 146.

2. Лачугин В.Ф., Панфилов Д.И., **Смирнов А.Н.**, Образцов С.А., Рывкин А.А., Шими́на А.О. Многофункциональное устройство регистрации процессов, контроля качества электроэнергии и определения места повреждения на линиях электропередачи [Текст] / Лачугин В.Ф., Панфилов Д.И., Смирнов А.Н., Образцов С.А., Рывкин А.А., Шими́на А.О. // Электрические станции. - 2013. - № 8. - С. 29–36.

3. V. F. Lachugin, D. I. Panfilov, **A. N. Smirnov.** Travelling Wave Fault Location in Power Transmission Lines Using Statistic Data Analysis Methods (Волновой метод определения места повреждения на линиях электропередачи с использованием статистических методов анализа данных)/ V. F. Lachugin, D. I. Panfilov, A. N. Smirnov // Thermal Engineering.– 2014. - v. 61. - № 13, pp. 985–991.

4. Lachugin V.F., Panfilov D.I., **Smirnov A.N.**, Obratsov S.A., Ryvkin A.A., Shimina, A.O. A Multifunctional Device for Recording the Monitoring of Electric Power Quality and for Fault Finding on Electric Transmission Lines (Многофункциональное устройство для регистрации процессов, контроля качества электроэнергии и определения места повреждения на линиях электропередачи)/ Lachugin V.F., Panfilov D.I., Smirnov A.N., Obratsov S.A., Ryvkin A.A., Shimina A.O. // Power technology and engineering. - 2014. - v. 47. - № 5. - pp. 386 – 392.

На диссертацию и автореферат поступили 7 отзывов из организаций: ФГБОУ ВО «Костромская государственная сельскохозяйственная академия» (подписал заведующий кафедрой информационных технологий в электроэнергетике, д-р т. наук, профессор В.А. Солдатов); ООО «НПП «РЕЗОНАНС», г. Москва (подписал главный научный сотрудник, д-р т. наук, профессор А.И. Левиуш); ООО «Институт «Энергосетьпроект», г. Москва (подписал генеральный директор, д-р т. наук, профессор И.З. Глускин); ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС», г. Москва (подписал старший научный сотрудник, канд. т. наук Г.Б. Лазарев, утвердил Научный руководитель, д-р т. наук, профессор Ю.Г. Шакарян); ФГБОУ ВПО «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова», г. Новочеркасск (подписали заведующий кафедрой «Электрические станции и электроэнергетические системы» д-р т. наук, профессор В.И. Нагай и доцент кафедры, канд. т. наук А.А. Пирожник); ОАО «Институт «ЭНЕРГОСЕТЬПРОЕКТ», г. Москва (подписал заведующий научно-исследовательской лаборатории релейной защиты и автоматики энергосистем канд. т. наук И.А. Иванов); Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ», г. Смоленск (подписал заведующий кафедрой электроники и микропроцессорной техники д-р т. наук, доцент И. В. Якименко).

Основные замечания, содержащиеся в отзывах, касаются вопросов выбора класса напряжений воздушной линии электропередачи, обоснованности применения предложенных способов обработки сигналов для определения фронта волны, возможности применения волнового метода совместно с существующим измерительными трансформаторами тока и напряжения, оценки результатов опытно-промышленной эксплуатации.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их соответствием критериям, предъявляемым пунктами 22, 24 «Положения о присуждении ученых степеней», а также их широкой известностью своими достижениями в развитии теоретических и экспериментальных методов диагностики электроэнергетического оборудования, которые позволяют им квалифицированно определить научную и практическую ценность диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

**разработаны** алгоритмы определения места повреждения (ОМП) в воздушной линии электропередачи 110–220 кВ волновым методом двухсторонних измерений и аппаратно-программное обеспечение устройства ОМП, реализующего волновой метод двухсторонних измерений и позволяющего повысить точность ОМП;

**предложен** способ выделения волнового переходного процесса для повышения эффективности волнового ОМП, отличающийся использованием преобразования фазных токов и напряжений в междуфазные составляющие с учетом геометрии расположения проводов, их удаленности от поверхности земли при вариации значений удельного сопротивления земли, с последующим вычислением аварийных составляющих напряжения падающей волны, что позволяет снизить влияние степени искажения формы электромагнитной волны, распространяющейся от места повреждения; предложен способ определения времени достижения фронтом электромагнитной волны точки контроля, отличающийся применением статистических методов для анализа сигналов и помех предшествующего режима во временной области для повышения точности волнового ОМП;

**доказана** перспективность использования разработанных способов повышения эффективности волнового метода двухсторонних измерений по результатам опытно-промышленной эксплуатации устройства ОМП, реализующего волновой метод двухсторонних измерений;

**введено** понятие определения времени достижения фронтом электромагнитной волны точки контроля с применением статистических методов.

**Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:**

**доказана** возможность повышения эффективности волнового метода двухсторонних измерений с помощью использования преобразования фазных токов и напряжений в междуфазные составляющие с учетом геометрии расположения проводов, их удаленности от поверхности земли при вариации значений удельного сопротивления земли, с последующим вычислением аварийных составляющих напряжения падающей волны, а также возможность применения статистических методов для анализа сигналов и помех предшествующего режима для определения времени достижения фронтом электромагнитной волны точки контроля;

**применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) использован** комплекс существующих базовых методов исследования, а именно: фундаментальные положения теоретических основ электротехники, преобразования и передачи электрической энергии, теории вероятностей и математической статистики, обработки сигналов, имитационного моделирования;

**изложены** способы повышения эффективности волновых методов ОМП;

**раскрыта** проблема необходимости учета помех в сигналах напряжений и токов при определении времени достижения фронта волны точки контроля;

**изучены** преимущества предложенных способов повышения эффективности волновых методов ОМП;

**проведена модернизация** существующих алгоритмов ОМП волновым методом двухсторонних измерений.

**Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:**

**разработаны и внедрены** алгоритмы ОМП с применением волнового метода двухсторонних измерений, аппаратно-программное обеспечение устройства ОМП, реализующего волновой метод двухсторонних измерений;

**определены** пределы и перспективы практического использования разработанных способов повышения эффективности волнового метода двухсторонних измерений;

**созданы** имитационная модель для расчета волновых переходных процессов в электрических сетях, программа расчёта матриц преобразования фазных токов и напряжений в модальные координаты (волновые каналы) с учетом геометрии расположения проводов, их удаленности от поверхности земли при вариации значений удельного сопротивления земли;

**представлены** рекомендации по расчету матриц преобразования фазных токов и напряжений в модальные координаты (волновые каналы) и выбору рабочих волновых каналов.

**Оценка достоверности результатов исследования выявила:**

**для экспериментальных работ** – результаты получены на поверенном оборудовании, показана воспроизводимость результатов исследования в различных условиях;

**теория** построена на известных методах обработки сигналов и статистических методах, полученные результаты согласуются с опубликованными экспериментальными данными по теме диссертации;

**идея** базируется на анализе известных методов повышения эффективности волнового метода двухсторонних измерений;

**использованы** опубликованные результаты исследований других авторов по методам повышения эффективности волновых методов;

**установлено** количественное и качественное совпадение результатов имитационного моделирования волновых переходных процессов в воздушной линии электропередачи 110–220 кВ с результатами, представленными в других источниках по данной тематике;

**использованы** современные методы обработки сигналов, методы имитационного моделирования.

**Личный вклад соискателя** состоит в разработке и исследовании способа выделения волнового переходного процесса, в разработке и исследовании способа определения времени начала волнового переходного процесса (времени появления фронта волны); в проведении имитационного моделирования переходных процессов в электрической сети и предложенного способа ОМП с помощью программ АТР/ЕМТР и Matlab/Simulink; в разработке конструкторской документации (схемы электрические принципиальные, схемы соединений, конструкция печатных плат) на макетный образец и программного обеспечения, выполняющего определение расстояния до места повреждения.

На заседании 26 февраля 2016 года диссертационный совет пришёл к выводу о том, что диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, в которой изложены разработки научно обоснованные способов повышения эффективности волнового метода двухсторонних измерений, имеющие значение для развития электроэнергетической отрасли, и соответствует критериям, установленным п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 16 человек, из них 5 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 22 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за – 16, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

На этом защита закончена.

Председатель  
диссертационного совета



Шуин Владимир Александрович

Ученый секретарь  
диссертационного совета



Бушуев Евгений Николаевич

29 февраля 2016 года

*Подписи Шуина В.А. и Бушуева Е.Н. заверены,  
Ученый секретарь совета Ш89 Марин-Ширяева О.А.*