

## АННОТАЦИЯ

Выпускная квалификационная работа по теме "Разработка системы мониторинга интенсивности гололедообразования на проводах воздушной линии электропередачи" содержит 64 страницы текстового документа, 39 иллюстраций, 2 приложения, 27 использованных источников.

ГОЛОЛЕДООБРАЗОВАНИЕ, СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА, ВОЗДУШНЫЕ ЛИНИИ, ГОЛОДЕД, ИЗМОРОСЬ, МАШИННОЕ ЗРЕНИЕ, СИСТЕМА РАННЕГО ОБНАРУЖЕНИЯ ГОЛОЛЕДООБРАЗОВАНИЯ.

Образование гололедных отложений на проводах ВЛ является актуальной проблемой во многих регионах Российской Федерации. Разработка системы раннего обнаружения гололеда на проводах ВЛ позволяет своевременно принять меры для ликвидации гололедных наростов.

Цель работы:

- Исследование проблемы и анализ существующих решений по обнаружению гололеда на проводах ВЛ;
- Разработка системы раннего обнаружения гололедных образований на проводах ВЛ с использованием технологии "машинного зрения";
- Создание программного обеспечения для работы системы;
- Анализ работоспособности и эффективности разработанного устройства.

В работе:

- Был проведен анализ текущего состояния систем обнаружения гололедообразования, актуальных решений, проведен поиск патентной информации;
- Спроектирована система раннего обнаружения гололеда на проводах ВЛ с использованием технологии "машинного зрения";
- Разработан алгоритм обнаружения гололеда и произведена его программная реализация, разработано программное обеспечение для работы устройства на базе комплекса MATLAB. Разработанное программное обеспечение было протестировано на модели провода, проведен анализ полученных результатов.

Разработанная система позволяет своевременно определить наличие гололеда на проводах ВЛ, оперативно передать информацию о гололедной обстановке на диспетчерский пункт, тем самым значительно снижая ущерб от данного погодного явления.

*Из текста ВКР изъяты производственные, технические, экономические, организационные и другие сведения, в том числе о результатах интеллектуальной деятельности в научно-технической сфере, о способах осуществления профессиональной деятельности, которые имеют действительную или потенциальную коммерческую ценность в силу неизвестности их третьим лицам, в соответствии с решением правообладателя (публикуется с учетом изъятия)*

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Титов, Д. Е. Термодинамический способ мониторинга гололедных отложений на проводах / Д. Е. Титов, Г. Г. Угаров // Электрооборудование: эксплуатация и ремонт. – Москва, 2014. – № 4. – с. 37–44.
2. Диагностика, реконструкция и эксплуатация воздушных линий электропередачи в гололедных районах / Левченко И.И. [и др.] – М.: Издательский дом МЭИ, 2007. – 448 с.
3. Рудаков П.И. Обработка сигналов и изображений MATLAB 5.x / Рудаков П.И., Сафонов И.В. – Москва, ДИАЛОГМИФИ, 2000. – 413 с.
4. Титов, Д. Е. Влияние электромагнитного поля на скорость десублимации и конденсации пара в объеме вблизи провода / Д. Е. Титов, Г. Г. Угаров, А. Г. Сошинов // Научные исследования и их практическое применение. Современное состояние и пути развития 2013: сб. науч. тр. SWorld, Одесса, Украина, 2–12 октября 2013 г. – С. 57–60.
5. Правила устройства электроустановок. 7 издание/ Минэнерго России – М.: ДЕАН, 2010. – 704 с.
6. Пат. 2291536 Российская Федерация, МПК H02G7/16, H04B3/54. Устройство обнаружения отложений на проводе промежуточного пролета воздушной линии электропередачи / Башкевич В.Я., Аверьянов С.В., Кузнецов П.А., Гапоненков М.П., Золотарев В.И., Угаров Г.Г.; патентообладатели: Башкевич В.Я., Аверьянов С.В., Кузнецов П.А., Гапоненков М.П., Золотарев В.И., Угаров Г.Г. – заявл. 02.15.2005; опубл. 10.01.2007 – 5 с.:ил
7. Пат. 2291537 Российская Федерация, МПК H02G7/16, H04B3/54. Способ обнаружения отложений на проводе анкерного пролета воздушной линии электропередачи и устройство для его осуществления / Башкевич В.Я., Аверьянов С.В.; патентообладатели: Башкевич В.Я., Аверьянов С.В. – заявл. 22.02.2005; опубл. 10.01.2007 – 5 с.:ил
8. Пат. 2461941 Российская Федерация, МПК H02G7/16. Способ измерения гололедной и ветровой нагрузок на воздушных линиях электропередачи/ Мустафин Р.Г., Котельникова Е.Е.; патентообладатель: Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Казанский государственный энергетический университет" (КГЭУ) – заявл. 10.03.2011; опубл. 20.09.2012 – 3 с.:ил
9. Пат. 2461942 Российская Федерация, МПК H02G7/16. Способ определения гололеда на проводах воздушной линии электропередачи/ Мустафин Р.Г., Котельникова Е.Е.; патентообладатель: Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования

"Казанский государственный энергетический университет" (КГЭУ) – заявл. 21.07.2011; опубл. 20.09.2012 – 3 с.:ил

10. Пат. 2309540 Российская Федерация, МПК H02G7/16, H04B3/54. Система передачи сигналов по линии электроснабжения для обнаружения гололедных отложений на проводах/ Тюняев Г.А., Переяслов Ю.Т.; патентообладатели: Открытое акционерное общество энергетики и электрификации "Волгоградэнерго", Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ) – заявл. 18.04.2006; опубл. 27.10.2007 – 4 с.:ил

11. Пат. 2399133 Российская Федерация, МПК H02G7/16. Способ обнаружения появления гололеда на проводах линии электропередачи/ Мустафин Р.Г.; патентообладатель: Общество с ограниченной ответственностью "Научно-производственное объединение "КАРЗА" – заявл. 23.06.2009; опубл. 10.09.2010 – 3 с.:ил

12. Пат. 2409882 Российская Федерация, МПК H02G7/16. Способ обнаружения гололедных образований на проводах и грозозащитных тросах линий электропередачи/ Куликов А.Л.; патентообладатель: Куликов А.Л. – заявл. 27.01.2010; опубл. 20.01.2011 – 6 с.:ил

13. Пат. 2479084 Российская Федерация, МПК H02G7/16. Способ обнаружения гололедных образований на проводах и грозозащитных тросах линий электропередачи/ Мустафин Р.Г., Хакимзянов Э.Ф., Писковацкий Ю.В., Ведерников С.Г., Лукин Э.И.; патентообладатель: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Казанский государственный энергетический университет" – заявл. 19.07.2011; опубл. 10.04.2013 – 5 с.:ил

14. Пат. 2409881 Российская Федерация, МПК H02G7/16. Сигнализатор гололедных отложений/ Саттаров Р.Р., Хайруллин И.Х., Алмаев М.А.; патентообладатель: Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Уфимский государственный авиационный технический университет" – заявл. 31.12.2008; опубл. 20.01.2011 – 3 с.:ил

15. Пат. 2409881 Российская Федерация, МПК H02G7/16, H01B7/17. Защита кабелей от налипания снега и обледенения/ Войнов К.Н.; патентообладатель: Войнов К.Н. – заявл. 16.04.2012; опубл. 10.09.2013 – 4 с.:ил

16. Предотвращение и ликвидация гололедных аварий в электрических сетях / Дьяков А.Ф. – Пятигорск: Издательство РП «Южэнерготехнадзор», 2000. – 284 с.

17. Борьба с гололедом в энергосетевых предприятиях / Рудакова Р.М. – Уфа: Издательство УГАТУ, 1995. – 125 с.

18. Бойнович Л.Б. Методы борьбы с обледенением ЛЭП: перспективы и преимущества новых супергидрофобных покрытий / Бойнович Л.Б., Емельянов А.М. // Журнал "Электро" № 6/2011
19. Герасимова В.Г. Производство, передача и распределение электрической энергии / Под общ. ред. профессоров МЭИ (гл. ред. Попов А.И.) – М.: Издательство МЭИ, 2004, Т.3. – 964 с.
20. Никитина И.Э. Способы удаления льда с проводов линий электропередачи / Никитина И.Э., Абдрахманов Н.Х., Никитина С.А. // Электронный научный журнал "Нефтегазовое дело", 2015. №3 – с. 794-823
21. Машинное Зрение // Wikipedia 2016 [Электронный ресурс] – URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Машинное\\_зрение](https://ru.wikipedia.org/wiki/Машинное_зрение) – Заглавие с экрана.
22. СТО 56947007-29.240.55.113-2012 Стандарт организации. Методические указания по применению сигнализаторов гололеда (СГ) и прогнозированию гололедоопасной обстановки – Введ. 27.01.2012 – Красноярск: ОАО "ФСК ЕЭС", 2012 – 14 с.
23. Дьяков, А. Ф. Системный подход к проблеме предотвращения и ликвидации гололедных аварий в энергосистемах / А. Ф. Дьяков. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 160 с.
24. Ветровые и гололедные воздействия на воздушные линии электропередачи / Е. В. Горохов [и др.]. Под ред. Е. В. Горохова. – Донецк: ДонНАСА, 2005. – 348 с.
25. СТО 4.2-07-2014. Система менеджмента качества. Общие требования к построению и оформлению документов учебной и научной деятельности. Текстовые материалы и иллюстрации; ФГОУ ВПО. – Красноярск, 2014. – 60с.
26. Matlab 6.5 SP1/7 + Simulink 5/6. Работа с изображениями и видеопотоками. / Дьяконов В.П. – М.: СОЛОН-Пресс, 2005. – 400 с.
27. MATLAB 6/6.1/6.5 + Simulink 4/5. Основы применения. Полное руководство пользователя. / Дьяконов В.П. – М.: СОЛОН-Пресс, 2002. – 768 с.


Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Политехнический институт

Кафедра «ЭС и ЭЭС»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

Коваленко И.В.  
подпись      инициалы, фамилия  
«26» мая 2017 г.

**МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ**

Разработка системы мониторинга интенсивности гололедообразования на  
проводах воздушной линии электропередачи

13.04.02.02 – «Электроэнергетические системы, сети, линии  
электропередачи, их режимы, устойчивость и надежность»

13.04.02 – «Электроэнергетика и электротехника»


Научный руководитель

  
подпись, дата

ст. преподаватель  
должность, ученая степень

А.В. Малеев  
инициалы, фамилия

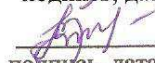
Выпускник

  
подпись, дата

специалист 1-й кат.  
должность, ученая степень

Л.В. Кузнецов  
инициалы, фамилия

Рецензент

  
подпись, дата

Н.В. Клейн  
инициалы, фамилия

Красноярск 2017