

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Казанский государственный энергетический университет»

**ПРИБОРОСТРОЕНИЕ  
И АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД  
В ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОМ КОМПЛЕКСЕ  
И ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОМ ХОЗЯЙСТВЕ**

VI Национальная научно-практическая конференция  
(Казань, 10-11 декабря 2020 г.)

Материалы конференции

В двух томах

Том 2

Казань  
2020

УДК621.313  
ББК31.261  
П75

Рецензенты:

д-р техн.наук, зав. кафедрой электропривода и электротехники  
ФГБОУ ВО «КНИТУ» В.Г. Макаров  
канд.техн. наук, зав. кафедрой электроэнергетических систем и сетей  
ФГБОУ ВО «КГЭУ» В.В. Максимов

Редакционная коллегия:

Э.Ю. Абдуллазянов (гл. редактор), И.Г. Ахметова,  
О.В. Козелков, О.В. Цветкова

**П75**      **Приборостроение и автоматизированный электропривод в топливно-энергетическом комплексе и жилищно-коммунальном хозяйстве:** матер. VI Национальной науч.-практ. конф. (Казань, 10–11 декабря 2020 г.): в 2 т./редкол.: Э.Ю. Абдуллазянов (гл. редактор) и др. Казань: Казан.гос. энерг. ун-т, 2020. Т. 2. 349 с.

ISBN978-5-89873-573-9 (т. 2)  
ISBN978-5-89873-571-5

Опубликованы материалы VI Национальной научно-практической конференции «Приборостроение и автоматизированный электропривод в топливно-энергетическом комплексе и жилищно-коммунальном хозяйстве» по следующим научным направлениям:

1. Приборостроение и управление объектами мехатронных и робототехнических систем в ТЭК и ЖКХ.
2. Электроэнергетика, электротехника и автоматизированный электропривод в ТЭК и ЖКХ.
3. Инновационные технологии в ТЭК и ЖКХ.
4. Актуальные вопросы инженерного образования.
5. Промышленная электроника на объектах ЖКХ и промышленности.
6. Светотехника.
7. Энергосберегающие технологии в сфере ЖКХ.
8. Эксплуатация и перспективы развития электроэнергетических систем.
9. Контроль, автоматизация и диагностика электроустановок, электрических станций и распределительной генерации.
10. Теплоснабжение в ЖКХ.

Предназначен для научных работников, аспирантов и специалистов, работающих в сфере энергетики, а также для студентов вузов энергетического профиля.

Материалы докладов публикуются в авторской редакции. Ответственность за их содержание возлагается на авторов.

УДК 621.313  
ББК 31.261

ISBN978-5-89873-573-9 (т. 2)  
ISBN978-5-89873-571-5

© Казанский государственный энергетический университет, 2020 г

## Секция 9. КОНТРОЛЬ, АВТОМАТИЗАЦИЯ И ДИАГНОСТИКА ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК, ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ И РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ ГЕНЕРАЦИИ

УДК 621.315.175/ББК 31.279.2

### СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО КОНТРОЛЯ И УСТРАНЕНИЯ ГОЛОЛЕДООБРАЗОВАНИЯ НА ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЯХ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ

Амир Динарович Арсланов<sup>1</sup>, Дмитрий Алексеевич Иванов<sup>2</sup>,  
Марат Фердинантович Садыков<sup>3</sup>  
<sup>1,2,3</sup>ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань  
<sup>1</sup>arslanovad97@gmail.com, <sup>2</sup>ivanov.da@kgeu.ru, <sup>3</sup>sadykov@mail.ru

**Аннотация:** В работе описана проблема гололедообразования на высоковольтных линиях электропередачи в осенне-зимний период. Приводятся возможные аварийные последствия обледенения проводов. Рассматривается алгоритм устранения гололеда на участках воздушной линии электропередачи с помощью разработанной установки. Приводится описание работы системы автоматизированного контроля и устранения гололедообразования.

**Ключевые слова:** плавка гололеда, система мониторинга гололедообразования, высоковольтные линии электропередачи, предотвращение гололедных отложений, надежность.

### AUTOMATED ICEFORMATION CONTROL AND REMOVAL SYSTEM FOR OVERHEAD POWER LINES

Amir Dinarovich Arslanov, Dmitriy Alekseevich Ivanov,  
Marat Ferdinantovich Sadykov

**Annotation:** The work describes problem of ice formations on high voltage power lines in autumn-winter period. The article provides information about possible emergency consequences of icing wires. An algorithm for removing ice formations on overhead powerlinessections using the developed system is considered. Operation of the automated control and removal system is described too.

**Keywords:** ice melting, ice formation monitoring system, high voltage power lines, prevention of ice formations, reliability.

Одной из наиболее распространенных причин аварий в электроэнергетических системах повышенной мощности является образование плотного ледяного осадка на проводах высоковольтных линий электропередачи (ВЛЭП). Гололедообразование является причиной увеличения массы проводов, что соответственно приводит к критическому повышению статических и динамических нагрузок на высоковольтных линиях [1]. Последствиями таких перегрузок являются: обрыв проводов,

их сближение на недопустимое расстояние, интенсивное раскачивание проводов с возможностью замыкания, обрыв грозозащитных тросов, разрегулировка проводов и тросов, ухудшение защитных свойств изоляторов, разрушение опор [2, 3].

Для предотвращения такого рода аварийных ситуаций в осенне-зимний период становится актуальной задача обнаружения и устранения обледенений на ВЛЭП. В качестве решения данной проблемы предлагается использовать разработанную автоматизированную систему контроля и плавки гололедообразования.

Разработанная система предназначена для разветвленных распределительных сетей 0,4-6-10 кВ, так как они являются наиболее незащищенными с точки зрения проблемы гололедообразования. Образование обледенений на них свыше критической массы, как правило отмечается только на части линии, обычно на нескольких пролетах. Исходя из этого оборудование ВЛЭП 0,4-6-10 кВ системами стационарной плавки, которые прогревали бы всю линию, является нецелесообразным с точки зрения энергозатрат и финансовых затрат, соответственно. Поэтому, в связи с локальным характером образования участков с критической массой гололеда, для нашей системы была разработана мобильная установка для плавки.

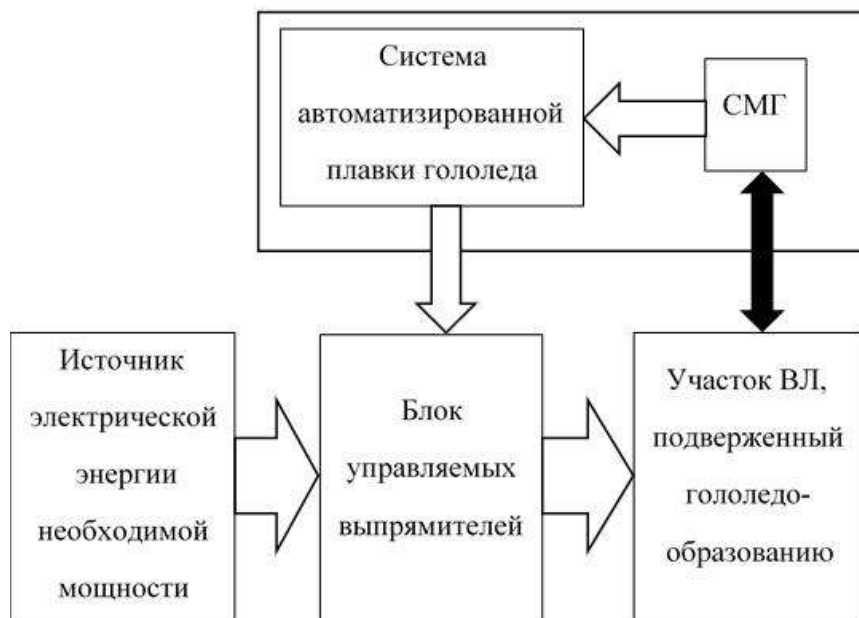
Разработанная система работает следующим образом:

На пролетах ВЛЭП устанавливаются системы мониторинга гололедообразования (СМГ). СМГ представляют собой совокупность датчиков угла провиса и температуры провода. Также в них встроены модули радиосвязи для сообщения с диспетчерским центром и сопряжения с мобильной установкой плавки. При образовании критического уровня гололедообразования в диспетчерский центр отправляется сигнал о наличии соответствующей проблемы, откуда обслуживающему персоналу будут переданы указания о наличии участка требующего плавки установкой.

На место образования обледенения выезжает мобильная платформа плавки гололеда, которая работает по принципу нагревания провода, с помощью подачи на него большого постоянного тока. Нагретый провод соответственно оплавляет оказавшиеся на нем образования.

На месте провиса провода проводятся необходимые подключения и устанавливается сопряжение СМГ и системы автоматизированной плавки по каналу радиосвязи. В интерфейсе установки указываются текущие метеорологические условия на территории обслуживаемого участка, затем происходит включение установки.

Установка автоматически определяет состояние провода исходя из программных расчетов, учитывающих погодные условия и показания с СМГ в реальном времени. Исходя из расчетов оборудование самостоятельно регулирует подачу тока на обледеневший участок до тех пор, пока проблема не будет устранена. Блок-схема работы установки приведена на рисунке.



Блок-схема работы системы автоматизированного контроля и устранения гололедообразования на воздушных линиях электропередачи

### Источники

1. Бучинский В.Е. Гололед и борьба с ним. Л.:Гидрометеиздат, 1990. 68 с.
2. Дьяков А.Ф., Засыпкин А.С., Левченко И.В. Предотвращение и ликвидация гололедных аварий в электрических сетях энергосистем. Пятигорск: Изд-во РП «Южэнерготехнадзор», 2000. 284 с.
3. Левченко И.И. Плавка гололёда на проводах и тросах воздушных линий высокого напряжения: Учебное пособие. М.: Издательство МЭИ, 1998. 44 с.

## **Секция 9. КОНТРОЛЬ, АВТОМАТИЗАЦИЯ И ДИАГНОСТИКА ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК, ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ И РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ ГЕНЕРАЦИИ**

<i>Арсланов А.Д., Иванов Д.А., Садыков М.Ф.</i> Система автоматизированного контроля и устранения гололедообразования на воздушных линиях электропередачи. ....	266
<i>Габелия Е.В., Плотникова Л.В.</i> Энергетический комплекс с включением тепловых насосов в процессах ректификации. ....	269
<i>Гайсина Л.Р.</i> Диагностика механического состояния обмоток методом частотного анализа. ....	272
<i>Гайсина Л.Р.</i> Диагностика силовых трансформаторов. ....	274
<i>Доманов В.И., Халиуллов Д.С.</i> Система мониторинга энергетических параметров для автономной электростанции. ....	276
<i>Зотова Е.А.</i> Автоматизированный контроль элегазового охлаждения маслonaполненного оборудования. ....	280
<i>Липужин И.А.</i> Применение коэффициентов устойчивости напряжения (VSI). ....	283
<i>Рябишина Л.А.</i> Определение влияния электромагнитных помех на работу силового оборудования. ....	286
<i>Суфиянова К.А.</i> Цветовые измерения в промышленности. ....	289
<i>Фарваев Д.Р.</i> Контроль и диагностика состояния высоковольтного двигателя на предприятии «Газпром Нефтехим Салават». ....	292
<i>Цвенгер И.Г., Толмачева А.В., Толмачев Г.А.</i> Частотный анализ токов трехфазного асинхронного двигателя. ....	295
<i>Юдин Е.А., Козлов В.К.</i> Оптимизация количества датчиков для систем мониторинга. ....	298

## **Секция 10. ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ В ЖКХ**

<i>Арзамасова А.Г.</i> Современные социально-политические особенности подготовки молодого инженера в техническом вузе. ....	301
<i>Батыров А.Р., Ахметов Э.А.</i> Повышение эффективности котлов. ....	305
<i>Гапоненко С.О., Загретдинов А.Р.</i> Испытание информационно-измерительного комплекса и методики контроля технического состояния трубопроводных систем. ....	308
<i>Загретдинов А.Р., Гапоненко С.О.</i> Виброакустический контроль герметичности затвора трубопроводной арматуры по оценке уровня стохастичности сигналов. ....	312
<i>Закомолдина Е.С., Плотникова Л.В.</i> Влияние типа теплоизоляции и способа прокладки тепловых сетей на эффективность тепловых сетей. ....	315
<i>Звонарева Ю.Н., Зиганишин И.А., Попов М.В.</i> Гидравлическая балансировка системы централизованного теплоснабжения города Елабуга. ....	318

*Научное издание*

ПРИБОРОСТРОЕНИЕ  
И АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД  
В ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОМ КОМПЛЕКСЕ  
И ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

VI Национальная научно-практическая конференция  
(Казань, 10-11 декабря 2020г.)

В двух томах

Том 2

Корректоры: С.Н. Валеева  
Компьютерная верстка: С.Н. Валеева  
Дизайн обложки: Ю.Ф. Мухаметшина

Подписано в печать 11.12.2020 г. Тираж 40. Заказ № 5210  
Формат 60×84/16. Усл. печ. л. 22,85. Уч. изд. л. 23,10.

Центр публикационной активности КГЭУ  
420066,г. Казань, ул. Красносельская, 51.