

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова»
«Академия электротехнических наук Чувашской Республики»
Ассоциация «Инновационный территориальный
электротехнический кластер Чувашской Республики»

**ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ
ЭНЕРГЕТИКИ, ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ
И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ**

**Материалы
VI Международной научно-технической
конференции**

Чебоксары
2022

УДК 621.3(06)
ББК 31я43
П781

Редакционная коллегия:

В.Г. Ковалев, канд. техн. наук, профессор (гл. редактор);
Г.С. Нудельман, канд. техн. наук, профессор (зам. гл. редактора);
В.В. Афанасьев, д-р техн. наук, профессор;
А.А. Ильин, канд. техн. наук, доцент;
О.А. Онисова, канд. техн. наук, доцент

*Печатается по решению Научно-технического совета
Чувашского государственного университета*

Проблемы и перспективы развития энергетики, электротехники и
П781 энергоэффективности: материалы VI Междунар. науч.-техн. конф. –
Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та, 2022. – 404 с.

ISBN 978-5-7677-3559-4

Представлены статьи и доклады шестой Международной научно-технической конференции, проведенной совместно с «Академией электротехнических наук Чувашской Республики», в которых приводятся и обсуждаются результаты актуальных научных исследований в области энергетики, электротехники и энергоэффективности, а также рассматриваются вопросы подготовки инженерных кадров.

Для преподавателей, аспирантов, магистрантов, студентов старших курсов энергетических специальностей вузов, инженерно-технического персонала предприятий и энергосистем.

ISBN 978-5-7677-3559-4

УДК 621.3(06)
ББК 31я43

© Издательство
Чувашского университета, 2022

IV. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ ТРАДИЦИОННОЙ И НЕТРАДИЦИОННОЙ ЭНЕРГЕТИКИ, В Т.Ч. ВИЭ

ПРЕДПОСЫЛКИ РАЗВИТИЯ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В БЛИЖАЙШЕЙ ПЕРСПЕКТИВЕ

Воробьев Е.С., Андреев В.В., Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова, г. Чебоксары, Россия.

Аннотация. Проанализированы тенденции и перспективы развития в ближайшие годы солнечной энергетики в мире. В целом в современном мире имеет место быстрый рост темпов выработки энергии на солнечных электростанциях.

Ключевые слова: альтернативная энергетика, возобновляемые источники энергии, солнечная энергетика, фотоэлектрические преобразователи, солнечная батарея.

Жизнь современного общества неразрывно связана с потреблением различных видов энергии. Так, выработка электрической энергии осуществляется различными станциями, работающими на разных принципах и с использованием различных видов топлива. Например, более 60% электроэнергии в Российской Федерации вырабатывается тепловыми электростанциями. Однако, они имеют ряд существенных недостатков: загрязнение окружающей среды, снижение концентрации кислорода в атмосфере. Кроме того, на таких электростанциях применяются в качестве топлива различные горючие ископаемые, являющиеся невозобновляемыми. Также следует отметить, что запасы горючих ископаемых на Земле распределены неравномерно. Строительство гидроэлектростанций, с одной стороны, обоснованно только на определенных реках с постоянным сильным течением, с другой стороны, их возведение в большинстве случаев является причиной нарушения естественной проходимости рек, а также может привести к другим нежелательным последствиям для окружающей среды. Выработка энергии на атомных электро-

менном мире: Материалы Международной научно-практической конференции, Уфа, 29–30 ноября 2013 года / Искужин Т.С. (отв. редактор). – Уфа: Автономная некоммерческая организация «Исследовательский центр информационно-правовых технологий», 2013. С. 150–152.

15. *Исаков Д.А.* Солнечная энергетика. Основные виды солнечной энергетики // Научные исследования и разработки в эпоху глобализации: сборник статей международной научно-практической конференции, Пермь, 25 ноября 2016 года. – Пермь: Общество с ограниченной ответственностью «Аэтерна», 2016. С. 82–86.

Авторы:

Воробьев Евгений Сергеевич, аспирант кафедры теоретических основ электротехники и релейной защиты и автоматики, ФГБОУ ВО «ЧГУ им. И.Н. Ульянова». Закончил факультет энергетики и электротехники ФГБОУ ВО «ЧГУ им. И.Н. Ульянова» в 2019 году (магистратура). E-mail: ves_asp@mail.ru.

Андреев Всеволод Владимирович, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры теплоэнергетических установок, ФГБОУ ВО «ЧГУ им. И.Н. Ульянова». Закончил физико-математический факультет Чувашского государственного университета в 1989 году. Учёную степень по теме «Физико-химическая гидродинамика процессов в пористых гранулах катализатора» получил в 1994 году. E-mail: andreev_vsevolod@mail.ru.

УСТРОЙСТВО СИНХРОНИЗАЦИИ С ТРЕХФАЗНОЙ СЕТЬЮ ДЛЯ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА И УСТРАНЕНИЯ ГОЛОЛЕДОБРАЗОВАНИЯ НА ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЯХ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ

Якупов Н.М., Арсланов А.Д., Малаева Е.Д., ФГБОУ ВО КГЭУ, г. Казань, Россия.

Аннотация. В работе описана проблема гололедообразования на высоковольтных линиях электропередачи в осенне-зимний период. Описывается метод решения данной проблемы с помощью системы мониторинга и устранения гололедообразования на воздушных линиях электропередачи. Рассматривается алгоритм работы модуля плавки изморозевых отложений в данном комплексе. Приводится описание

работы устройства синхронизации модуля плавки с трехфазной сетью.

Ключевые слова: плавка гололеда, система мониторинга гололедообразования, высоковольтные линии электропередачи, датчик фазы.

Для передачи электроэнергии на большие расстояния используют высоковольтные линии электропередачи (ВЛЭП). В осенне-зимний период особо актуальной является проблема гололедно-изморозевых отложений. Для решения данной проблематики осуществляется мониторинг гололёда (рис. 1) с помощью датчика контроля для последующей плавки изморози, при наличии критических масс наледи, с помощью установки плавки, которая связана с датчиком контроля. Данный комплекс питается от трёхфазной дизель-генераторной установки. Модуль плавки гололёда в данной установке должен синхронизироваться с трехфазной питающей сетью. Для этого в рамках научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ была разработана плата для синхронизации блока управления с трёхфазной сетью переменного тока.

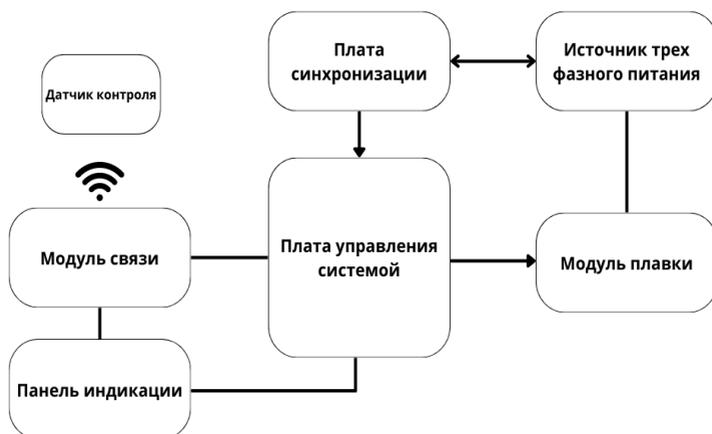


Рис. 1. Блок-схема системы мониторинга гололедообразования на высоковольтных линиях электропередач

Для разработки устройства синхронизации были проведены исследования способов работы схемы датчика фазы, оптогаль-

ванической развязки, работы с трехфазной сетью и принципы действия стабилизаторов.

Плата синхронизации с трехфазной сетью была представлена на рис. 2. Также ниже приводится схема электрическая принципиальная разработанного устройства и описание ее работы (рис. 3).



Рис. 2. Блок синхронизации с трехфазной сетью на печатной плате

Когда на канал А подается положительная полуволна, заряжаются конденсаторы С2-С4, предназначенные для сглаживания напряжения и формирования временной задержки. Затем заряжается конденсатор С13, предназначенный для поддержки напряжения на составном транзисторе Q1. После того, как конденсатор С13 зарядился, открывается составной транзистор и начинается протекание тока через светодиод в оптопаре Q2 с высоким выходным напряжением. На выходе канала из оптопары через резистор R18 выходит прямоугольный импульс обратной полярности на SA, который поступает затем на вход микроконтроллера в системе управления плавкой для синхронизации по фазе. Во время отрицательной полуволны конденсаторы С2-С4 и С13 разряжаются и через составной транзистор, и через оптопару ток не идет. Диоды VD2 и VD3 используются в качестве защиты оптопары. Аналогично работает схема также и для каналов В и С. На рис. 4 приводится осциллограмма работы данного узла, где верхние 3 графика соответствуют моментам

появления пиковых значений напряжения на всех фазах, а нижний отображает выход синхронизации по каналу А.

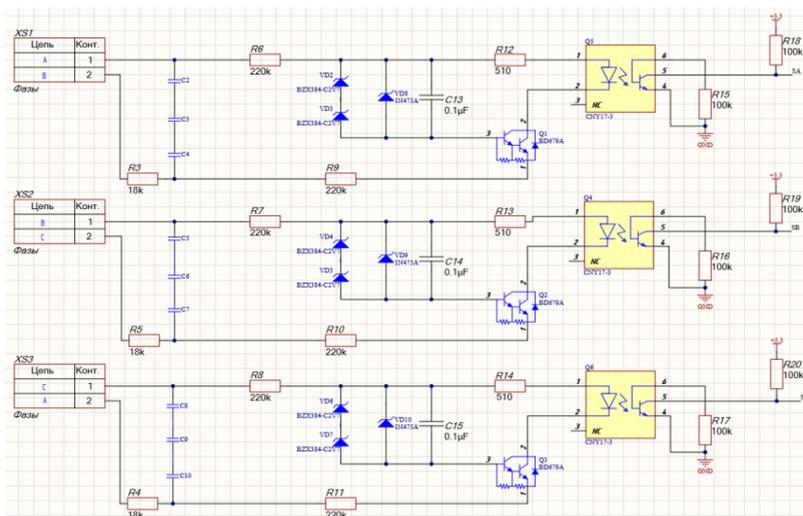


Рис. 3. Схема платы синхронизации с трехфазной сетью

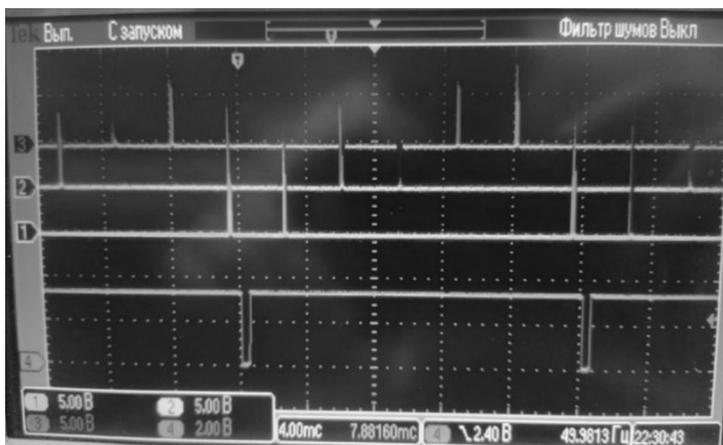


Рис. 4. Сигнал синхронизации по фазе и импульсы, управляющие отпиранием тиристоров в выпрямителе

Исследования выполнены при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федера-

ции в рамках госзадания на выполнение НИР по теме "Распределенные автоматизированные системы мониторинга и диагностики технического состояния воздушных линий электропередачи и подстанций на основе технологии широкополосной передачи данных через линии электропередач и промышленного интернета вещей" (соглашение №075-03-2022-151 от 14.01.2022).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Абдуллазянов Э.Ю.* Исследование качества функционирования электрических аппаратов низкого напряжения в составе электротехнических комплексов / Грачева Е.И., Горлов А.Н., Шакурова З.М., Табачникова Т.В., Шумихина О.А., Гибадуллин Р.Р. – Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. 2021. № 23(6). С. 3-15.

2. *Бучинский В.Е.* Гололед и борьба с ним. Л.: Гидрометеоздат, 1990. 68 с.

3. *Дьяков А.Ф.* Предотвращение и ликвидация гололедных аварий в электрических сетях энергосистем / Засыпкин А.С., Левченко И.В. – Пятигорск: Изд-во РП «Южэнерготехнадзор», 2000. 284 с.

4. *Левченко И.И.* Плавка гололёда на проводах и тросах воздушных линий высокого напряжения: Учебное пособие. М.: Издательство МЭИ, 1998. 44 с.

5. Международная молодежная научная конференция «Тинчуринские чтения – 2020 «Энергетика и цифровая трансформация». В 3 т. Т. 1. Электроэнергетика и электроника: матер. конф. (Казань, 28–29 апреля 2020 г.) / Под общ. ред. ректора КГЭУ Э.Ю. Абдуллазянова. Казань: Казан. гос. энерг. ун-т, 2020. 636 с.

6. *Стороженко Д.Ю.* Совершенствование методики применения устройств встроенной диагностики контактной сети / Рыжков А.В. – Известия Транссиба. 2016. № 4. С. 37–46.

7. *Ярославский Д.А.* Методика мониторинга гололедных отложений на проводах ВЛ с учетом разрегулировки линейной арматуры / Садыков М.Ф., Конов А.Б., Иванов Д.А., Горячев М.П., Ямбаева Т.Г. – Известия вузов. Проблемы энергетики. 2017. № 5–6. С. 89–97.

Авторы:

Якупов Нияз Маратович, ФГБОУ ВО КГЭУ, студент кафедры Промышленная электроника, гр. ПЭ-1-20. E-mail: janijaz@yandex.ru.

Арсланов Амир Динарович, ассистент кафедры Теоретические основы электротехники. E-mail: arslanovad97@gmail.com.

Малаева Ева Денисовна, ФГБОУ ВО КГЭУ, студент кафедры Промышленная электроника, гр. ПЭ-2-20. E-mail: mallaeva_eva01@mail.ru.

Научное издание

**ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ
ЭНЕРГЕТИКИ, ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ
И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ**

Материалы VI Международной научно-технической
конференции

Публикуется в авторской редакции

Отв. за выпуск В.Г. Ковалев

Согласно Закону № 436-ФЗ от 29 декабря 2010 года
данная продукция не подлежит маркировке

Подписано в печать 12.12.2022. Формат 60×84/16. Бумага офсетная.
Печать офсетная. Гарнитура Таймс. Усл. печ. л. 23,48. Уч.-изд. л. 14,87.
Тираж 300 экз. Заказ № 1421.

Отпечатано в типографии Чувашского университета
428015 Чебоксары, Московский просп., 15