



BAITURSYNULY
UNIVERSITY

«АХМЕТ БАЙТҰРСЫНҰЛЫ
АТЫНДАҒЫ ҚОСТАНАЙ ӨңІРЛІК
УНИВЕРСИТЕТІ» КЕАҚ



ҚМПИ ЖАРШЫСЫ

КӨПСАЛАЛЫ
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ
МНОГОПРОФИЛЬНЫЙ
НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

№ 4
2024

ISSN 2310-3353



PUBLISHINGS
K S P I



Қ М П И
ЖАРШЫСЫ

ВЕСТНИК
К Г П И

2024 ж., қазан, №4 (76)
Журнал 2005 ж. қаңтардан бастап шығады
Жылына төрт рет шығады

Құрылтайшы: Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті

Бас редактор: Қуанышбаев С. Б., география ғылымдарының докторы, Ахмет Байтұрсынұлы атындағы ҚОУ, Қазақстан.

Бас редактордың орынбасары: Жарлығасов Ж.Б., ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, Ахмет Байтұрсынұлы атындағы ҚОУ, Қазақстан.

РЕДАКЦИЯ АЛҚАСЫ

Әлімбаев А.Е., философия докторы (PhD), А.Қ. Құсайынов атындағы Еуразия гуманитарлық институты, Қазақстан.

Емин Атасой, PhD докторы, Улудаг университеті, Бурса қ., Түркия.

Зоя Микниене, докторы, (PhD) Литва денсаулық туралы ғылым университеті, Каунас қ., Литва Республикасы.

Качев Д.А., философия ғылымдарының кандидаты, тарих магистрі, «Челябі мемлекеттік университеті» ЖББ ФМБББМ Қостанай филиалы, Қазақстан.

Ксембаева С.К., педагогика ғылымдарының кандидаты, «Торайғыров университеті» КЕАҚ, Қазақстан.

Лина Анастасова, элеуметтану ғылымдарының докторы, Бургас еркін университеті, Бургас қ., Болгария.

Медетов Н.А., физика-математика ғылымдарының докторы, «Ш. Уалиханов атындағы Көкшетау университеті» КЕАҚ, Қазақстан.

Мишулина О.В., экономика ғылымдарының докторы, «Челябі мемлекеттік университеті» ЖББ ФМБББМ Қостанай филиалы, Қазақстан.

Соловьев С.А., биология ғылымдарының докторы, Новосібір мемлекеттік экономика және басқару университеті, Ресей.

Скороходов Д.М., техника ғылымдарының кандидаты, «Ресей мемлекеттік аграрлық университеті – К.А. Тимирязев атындағы Мәскеу ауыл шаруашылық академиясы» ЖББ ФМБББМ, Ресей.

Сычева И.Н., ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, «Ресей мемлекеттік аграрлық университеті – К.А. Тимирязев атындағы Мәскеу ауыл шаруашылық академиясы» ЖББ ФМБББМ, Ресей.

Ташев А.Н., экология бойынша биология ғылымдарының кандидаты, орман шаруашылығы университеті, София қ., Болгария.

Уразбоев Г.У., физика-математика ғылымдарының докторы, Ургенч мемлекеттік университеті, Өзбекстан.

Тіркеу туралы куәлік №5452-Ж
Қазақстан Республикасының ақпарат министрлігімен 17.09.2004 берілген.
Мерзімді баспа басылымын қайта есепке алу 07.11.2023 ж.
Жазылу бойынша индексі 74081

Редакцияның мекен-жайы:
110000, Қостанай қ., Байтұрсынұлы к., 47
(Редакциялық-баспа бөлімі)
Тел.: 8(7142) 51-11-76

© Ахмет Байтұрсынұлы атындағы
Қостанай өңірлік университеті

№4 (76), октябрь 2024 г.
Издается с января 2005 года
Выходит 4 раза в год

Учредитель: *Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы*

Главный редактор: *Қуанышбаев С.Б.*, доктор географических наук, КРУ имени Ахмет Байтұрсынұлы, Казахстан.

Заместитель главного редактора: *Жарлығасов Ж.Б.*, кандидат сельскохозяйственных наук, КРУ имени Ахмет Байтұрсынұлы, Казахстан.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Алимбаев А.Е., доктор философии (PhD), Евразийский гуманитарный институт имени А.К.Кусаинова, Казахстан.

Емин Атасой, доктор PhD, Университет Улудаг, г. Бурса, Турция.

Зоя Микниене, доктор (PhD), Литовский университет наук здоровья, г. Каунас, Республика Литва.

Качеев Д.А., кандидат философских наук, магистр истории, Костанайский филиал ФГБОУ ВО «ЧелГУ», Казахстан.

Ксембаева С.К., кандидат педагогических наук, НАО «Торайгыров университет», Казахстан.

Лина Анастасова, доктор социологии, Бургасский свободный университет, г. Бургас, Болгария.

Медетов Н.А., доктор физико-математических наук, НАО «Кокшетауский университет им. Ш.Уалиханова», Казахстан.

Мишулина О.В., доктор экономических наук, Костанайский филиал ФГБОУ ВО «ЧелГУ», Казахстан.

Соловьев С.А., доктор биологических наук, Новосибирский государственный университет экономики и управления, Россия.

Скорыходов Д.М., кандидат технических наук, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, Россия.

Сычева И.Н., кандидат сельскохозяйственных наук, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, Россия.

Ташев А.Н., кандидат биологических наук по экологии, Лесотехнический университет, г. София, Болгария.

Уразбоев Г.У., доктор физико-математических наук, Ургенчский государственный университет, Узбекистан.

Свидетельство о регистрации № 5452-Ж
выдано Министерством информации Республики Казахстан 17.09.2004 г.
Переучёт периодического печатного издания 07.11.2023 г.
Подписной индекс 74081

Адрес редакции:

110000, г. Костанай, ул. Байтұрсынова, 47
(Редакционно-издательский отдел)
Тел.: 8(7142) 51-11-76

ИНЖИНИРИНГ ЖӘНЕ ТЕХНОЛОГИЯ ИНЖИНИРИНГ И ТЕХНОЛОГИИ

УДК 608.4

Ибрагимова, С.В.,*кандидат технических наук,
кафедра электроэнергетики,
КРУ имени Ахмет Байтұрсынұлы,
г. Костанай, Республика Казахстан***Давлетшин, Н.Р.,***магистрант 2 курса образовательной программы
7М07101 – Электроэнергетика,
КРУ имени Ахмет Байтұрсынұлы,
г. Костанай, Республика Казахстан*

МЕТОДЫ БОРЬБЫ С ГОЛОЛЁДОБРАЗОВАНИЕМ НА ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЯХ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ

Аннотация

Цель этой работы направлена на изучение современных подходов к предотвращению обледенения линий электропередач (ЛЭП). В статье проанализированы ключевые технологии для устранения и для дальнейшего предотвращения появления ледяного покрова на ЛЭП. Определены значимые преимущества и недостатки текущих методов очистки линий электропередач от льда. На основе сравнения разнообразных методов показано, что в настоящее время наиболее эффективным методом предотвращения обледенения линий электропередач считается использование комплексного подхода. В заключении работы отмечено, что благодаря научно-техническому прогрессу, эта область будет активно развиваться и ежегодно будут появляться новейшие методы уборки ледяного покрова с воздушных линий.

Ключевые слова: *обледенение, механические методы, борьба, физико-химические методы, ЛЭП.*

1 Введение

Северный Казахстан, с его суровым климатом и характерными зимними условиями, представляет уникальные вызовы для энергетической инфраструктуры, особенно для воздушных линий электропередач. Гололёд, формирующийся в результате перепадов температур и высокой влажности воздуха, является одной из главных угроз, с которой сталкиваются эксплуатационные службы и технические специалисты. Климатические условия северного Казахстана, характеризующиеся длительными и суровыми зимами, частыми перепадами температур и высокой влажностью воздуха, способствуют интенсивному образованию гололёда на воздушных линиях. Этот феномен не только увеличивает вес и нагрузку на конструкции, но и угрожает надёжности и эффективности энергосистемы в целом. Отключения электроснабжения, вызванные обрывами проводов из-за гололёда, могут иметь серьёзные последствия для жителей и промышленных предприятий региона. Для справедливой борьбы с этой проблемой разработаны различные методы и технологии. Важным аспектом является также мониторинг и оперативное реагирование на изменения погодных условий. Автоматизированные системы мониторинга погоды и состояния линий позволяют оперативно определять зоны повышенного риска гололёда и принимать меры по их защите. Это включает в себя как предупредительные меры, так и оперативные реакции на уже возникшие проблемы. Дополнительно к методам борьбы с гололёдообразованием, важным аспектом является инженерное проектирование и конструктивные решения. В северных

районах Казахстана применяются специальные конструкции опор и подвески, учитывающие климатические условия. Это включает использование материалов, устойчивых к экстремальным температурам и воздействию влаги, а также специальных конструктивных элементов, способствующих минимизации накопления льда. Настоящая работа посвящена изучению современных методов предотвращения и устранения льда на воздушных линиях, включая механические, химические и тепловые подходы, а также инновационные технологии, такие как использование электромагнитных полей. Анализ преимуществ и недостатков каждого метода позволит оценить их эффективность и выделить наиболее результативные стратегии. Результаты исследования могут способствовать развитию новых технологий и улучшению существующих методов защиты ЛЭП от обледенения.

2 Материалы и методы

Учитывая резко-континентальный климат погодных условий в нашей стране, одной из основных препятствий, довольно часто возникающих при переносе электроэнергии по линиям электропередач, является их обледенение. По сей день этому вопросу посвящено множество исследований – исследованы основные причины обледенения воздушных линий и проанализированы отрицательные последствия, которые оно вызывает. Методы борьбы с гололёдообразованием на воздушных линиях электропередач в условиях северного Казахстана включают применение антигололёдных покрытий, таких как полимерные и силиконовые материалы, которые снижают адгезию льда и способствуют его самоочищению. Кроме того, широко используются системы обогрева с установкой обогревательных кабелей на критически важных участках, где антигололёдные покрытия могут оказаться недостаточно эффективными. Инженерные решения включают специальные конструкции опор и подвесок, способствующие минимизации накопления льда, а также использование материалов, устойчивых к экстремальным температурам. Тем не менее, проблема создания современных и высокоэффективных способов противостояния с ледовым покрытием линий электропередач остается актуальной и нуждается в дальнейшем исследовании.

3 Обсуждение

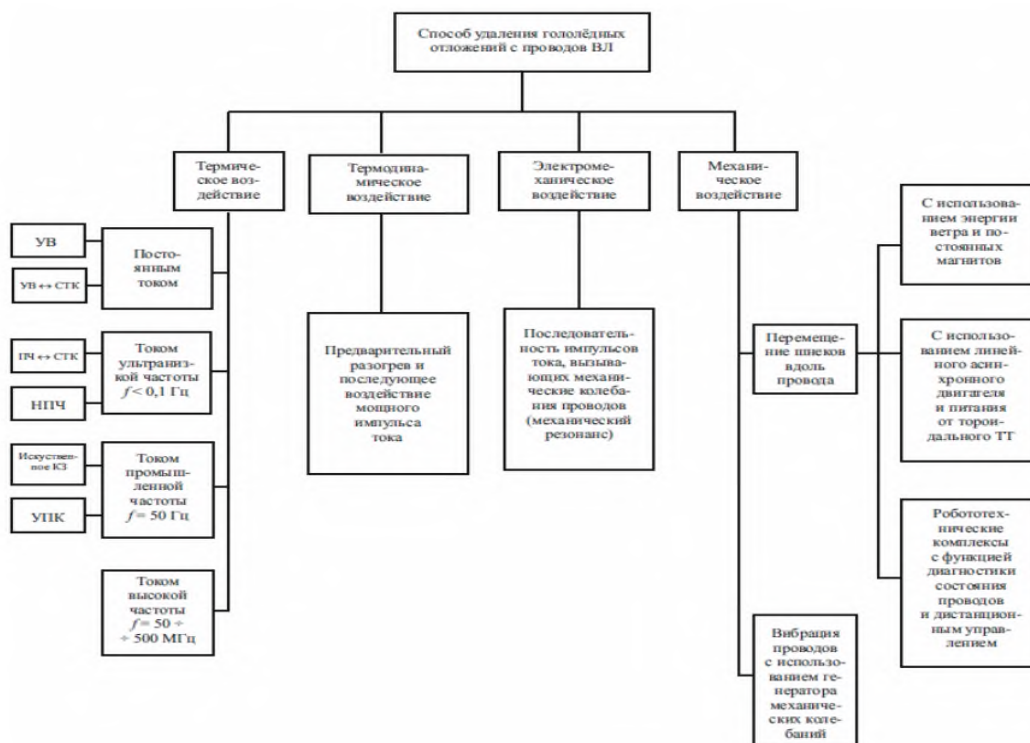


Рисунок 1 – Классификация методов противостояния с обледенением на воздушных линиях

На данный момент существует несколько основных способов предотвращения появления льда на воздушных линиях. Все они отображены на рисунке 1.

Изучены главные характеристики каждого метода. Один из самых лёгких способов противостояния с появлением ледяного покрова на воздушных линиях и в большей степени используемый на практике это механический метод (см. рисунок 2). Для его воплощения используются специальные устройства, предназначенные для снятия образовавшегося льда на проводах ЛЭП. В этом методе могут применяться следующие устройства:

1. устройства для соскребания льда, называемые айс-скрайперами;
2. роботизированные технологии, такие как “Канатоход”;
3. вытянутые шесты из изолирующего материала;
4. электроимпульсные, пневматические и многозарядные устройства, разрушающие лед ударной силой;
5. разнообразные конструкции роликов-ледорезов, передвигаемые по линиям электропередач, которые удаляют образовавшийся лед;



Рисунок 2 – Механическая очистка ЛЭП от льда

Хотя существует множество технологий для механического удаления льда, на практике этот подход чаще всего используется только на небольших участках линий электропередач. Основные недостатки этого подхода таковы:

1. Продолжительное время реализации работ;
2. Значительные трудозатраты;
3. Отсутствие противодейственных мер против повторного образования ледяного покрова;
4. Проблематичность применения технологий в труднодоступных районах;
5. Технологии с использованием роботов;
6. Низкий уровень автоматизации, несмотря на существование современных.

Метод, основанный на нагреве проводов, подключённых к сети, путём повышения протекающего по ним тока, что способствует плавке льда на воздушных линиях называется электротермический метод. В рамках данного метода выделяются две основные технологии:

Профилактическая. Эта технология подразумевает нагрев проводов до температуры выше 0°C , предотвращая образование льда до тех пор, пока внешние климатические условия не создадут для этого условия.

Плавильная. В этой технологии провода нагреваются до температуры, при которой уже образовавшийся лед на линиях электропередач начинает таять.

Для ликвидации ледяного покрова на высоковольтных линиях нагревают провода током переменной или постоянной частоты до температуры $100-125^{\circ}\text{C}$. Самый простой способ – замкнуть два провода между собой накоротко, отключив всех пользователей сети. Для успешного растапливания ледяного покрова требуется ток $I_{\text{пл}}$. При использовании постоянного тока для плавки напряжение источника питания должно быть:

$$U_0 = I_{\text{пл}} R_{\text{пр}}, \quad (1)$$

где $R_{\text{пр}}$ – активное сопротивление проводов, а переменным током от сети –

$$U_{\approx} = I_{\text{пл}} \sqrt{R_{\text{пр}}^2 + X_{\text{пр}}^2}, \quad (2)$$

где $X_{\text{пр}} = 2\pi F L_{\text{пр}}$ – реактивное сопротивление при частоте $F = 50$ Гц, обусловленное индуктивностью проводов $L_{\text{пр}}$.

На высоковольтных линиях большой длины и с большим сечением из-за высокой индуктивности требуется, чтобы напряжение источника переменного тока при частоте 50 Гц, а также его мощность, были в 5-10 раз выше, чем у источника постоянного тока с тем же током. Поэтому использование постоянного тока для разогрева льда экономически выгоднее, хотя для этого необходимы мощные высоковольтные выпрямители. Переменный ток обычно применяют на высоковольтных линиях с напряжением до 110 кВ, в то время как постоянный ток используют на линиях с напряжением выше 110 кВ. Как пример, при напряжении 110 кВ сила тока может быть до 1000 А, требуемая мощность составляет 190 мегавольт-ампер, а температура провода достигает 130°C .

Таким образом, удаление льда с проводов является сложным, опасным и затратным процессом. Кроме того, после очистки проводов в условиях неблагоприятной погоды они снова могут замерзнуть, что требует повторного разогрева.

Прежде чем глубже изучить предлагаемый метод предотвращения обледенения проводов высоковольтных линий электропередач, обратим внимание на два физических явления: скин-эффект, когда высокочастотные токи сосредотачиваются на поверхности проводника, и бегущая электромагнитная волна.

Скин-эффект назван так из-за английского слова "skin", что переводится как "кожа". Он заключается в том, что токи высокой частоты не равномерно распределяются по всему сечению проводника, как это происходит в случае постоянного тока, а концентрируются в очень тонком слое на его поверхности. При частоте выше 10 кГц толщина этого слоя достигает долей миллиметра, а сопротивление проводов увеличивается в сотни раз.

Высокочастотные электромагнитные колебания могут распространяться как в открытом пространстве (при излучении через антенну), так и в волноводах, например, в так называемых длинных линиях, где электромагнитная волна передается, подобно тому, как поезд движется по рельсам. Примером такой длинной линии может служить пара проводов высоковольтной линии электропередачи. Чем выше сопротивление проводов линии, тем больше энергии электромагнитного поля бегущей вдоль линии волны преобразуется в тепло. Именно этот принцип лежит в основе нового метода предотвращения образования льда на линиях электропередач.

Ежели размеры воздушной линии ограничены или на пути встречается высокочастотная преграда то, ёмкость в линии будет передаваться не только падающей, но и отражённой

волной. Энергия отражённой волны будет также трансформироваться в тепло по мере её движения от места препятствия обратно к источнику.

Этот способ стал популярным благодаря возможности предотвращать образование ледяного покрова на ЛЭП и его автономной природе, требующей меньше трудозатрат. Тем не менее, среди основных недостатков можно отметить следующие:

1. Процесс требует значительного времени для выполнения;
2. Высокие энергозатраты.

В наши дни для предотвращения появления льда на ЛЭП все чаще применяются физико-химические методы. Суть их в покрытии проводов специальным раствором, содержащим вещества, замерзание которых происходит при отрицательных температурах, существенно ниже точки замерзания воды. Это позволяет создать на проводах ЛЭП покрытие с низкой адгезией к воде.

Особое внимание стоит уделить разработке супергидрофобного адгезионного покрытия. Данные эксперимента (см. рисунок 3), полученные в результате испытаний этого метода, подтвердили его высокую действенность по сравнению с традиционными подходами.



Рисунок 3 – Результаты экспериментов с применением адгезионного покрытия с супергидрофобными свойствами

В настоящее время распространено использование электромеханического метода по противостоянию льда на проводах. Суть его в том, чтобы использовать устройства, которые создают электромеханические колебания в ЛЭП при проходе тока определённой частоты. Эти колебания помогают предотвратить появления льда и разрушить уже имеющиеся на проводах обледенения. Пример такого устройства представлен на следующем рисунке.

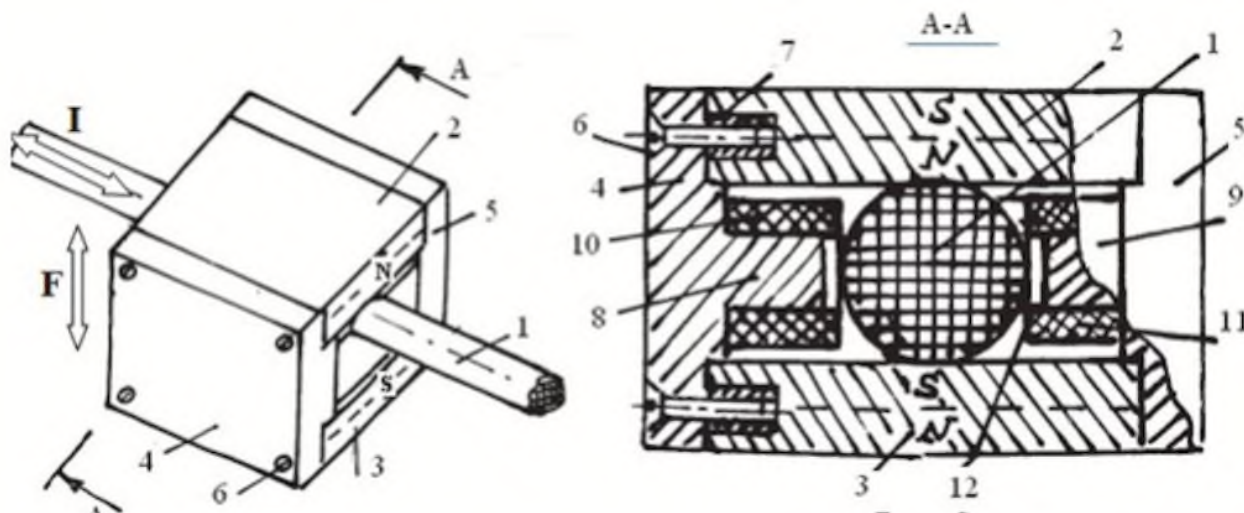


Рисунок 4 – Электромеханическое ударное устройство

Один из явных плюсов таких подходов заключается в том, что они снижают потребление энергии и время, надлежащее для очистки ЛЭП. Этот процесс может быть встроен в обычную эксплуатацию линий электропередач с помощью рабочих, что минимизирует дополнительные затраты труда.

Хотя основные несовершенства таких методов включают невозможность генерации необходимых напряжений для противостояния с покрытием льда на ЛЭП и наличие большого числа неферромагнитных участков, что снижает эффективность и увеличивает общие энергозатраты.

4 Результаты

Проанализированы различные подходы борьбы с покрытием льда на ЛЭП и сделано сравнение, чтобы выяснить их относительную эффективность. Полученные результаты будут представлены в таблице для наглядности.

Таблица 1 – Сравнение эффективности различных подходов предотвращения появления льда на ЛЭП

Метод	Электромеханический	Механический	Электротермический	Физико-химический
Трудозатраты	Малые	Большие	Малые	Малые
Длительность	Малая	Большая	Большая	Большая
Энергопотребление	Среднее	Большое	Большое	Малое
Возможность автоматизации	+	+	+	-
Предотвращение образования льда	+	-	+	+

Изучение образования гололеда на компонентах ЛЭП помогает понять, как изменения погодных условий влияют на эти процессы. В различных климатических зонах интенсивность образования льда на элементах электрических сетей может значительно изменяться: иногда она резко возрастает, а иногда снижается.

Интенсивность образования гололеда зависит от погодных условий и может быть описана как сложная функция с множеством состояний. Однако использование такой подробной модели часто неэффективно из-за сложности моделирования и трудностей с сбором необходимых данных. Поэтому важно выбрать ограниченное количество состояний таким

образом, чтобы они были достаточно представительны для понимания явлений, но в то же время упростить вычисления и сбор данных.

Зачастую метеорологические условия классифицируются 3-мя категориями: нормальные, неблагоприятные и штормовые. Однако из-за сложности учета всех трех категорий обычно ограничиваются рассмотрением только первых двух: неблагоприятных и нормальных. Неблагоприятные метеорологические условия могут варьироваться по температуре, атмосферному давлению, влажности, наличию осадков в форме дождя или снега и скорости ветра.

Собранные данные охватывают все отрезки времени с нормальной и неблагоприятной погодой, включая случаи, когда образование гололеда отсутствовало. Эти данные дают возможность проследить последовательность изменений метеорологических условий со временем. Этот набор изменений погодных условий можно интерпретировать как случайный процесс, характеризующийся определенными средними длительностями периодов нормальной погоды $N = \frac{\sum n_i}{T}$ и неблагоприятной погоды $S = \frac{\sum s_i}{T}$.

После выбора погодных условий для включения в двухуровневую модель необходимо разделить все собранные данные на соответствующие категории. Это поможет определить параметры образования гололеда для каждого из рассматриваемых типов погоды.

Пусть λ_6 обозначает параметр покрытия льда при обычных метеорологических условиях, а λ_H – параметр при неблагоприятных условиях. Усреднённый показатель интенсивности покрытия гололеда можно определить следующим образом:

$$\lambda = \frac{N}{(N+S)\lambda_6} + \frac{S}{(N+S)\lambda_H}. \quad (3)$$

Так как обычно $N \gg S$, то $\lambda \rightarrow \lambda_6$. При обычной обработке статистических данных, как правило, определяется и доступен показатель λ . Если известно, как интенсивно образуется гололёд под влиянием неблагоприятных условий (F), то можно узнать значения параметров λ_6 и λ_H .

$$\lambda_6 = \frac{\lambda(1-F)(N+S)}{N}, \quad (4)$$

$$\lambda_H = \frac{\lambda F(N+S)}{S}. \quad (5)$$

В том случае если значение параметра F неизвестно, то можно провести оценку чувствительности в диапазоне $0 \leq F \leq 1$, чтобы узнать влияние метеорологических условий на состояние системы. Для определения соотношения между величинами, используя фактические данные, представленные АО «Самрук-Энерго» за 2021-2023 годы, используем среднегодовые показатели: $\lambda = 0,00122$ 1/ч, $F = 0,255$, $N = 192,7$, $S = 3,05$. Подставим эти значения в формулы (2) и (3), чтобы получить необходимые соотношения.

$$\lambda_6 = \frac{0,00122(1 - 0,255)(192,7 + 3,05)}{192,7} = 0,00092 \frac{1}{\text{ч}}$$

$$\lambda_H = \frac{0,00122 * 0,255(192,7 + 3,05)}{3,05} = 0,01996 \frac{1}{\text{ч}}$$

Это значит, что интенсивность образования гололеда на воздушных линиях увеличивается практически в десять раз в условиях неблагоприятной погоды.

Важно учитывать, что параметр λ является статистической величиной, которая не отражает конкретных характеристик λ_6 и λ_H . Например, две одинаковые электропередачи могут работать в различных метеорологических условиях с параметрами N_1, S_1, N_2, S_2 . Это может привести к различным значениям λ для этих линий несмотря на то, что физический процесс образования гололеда одинаков. В то же время, оценка конкретных параметров λ_6 и λ_H предоставляет более точные результаты, позволяя адекватно оценивать процессы гололедообразования и разрабатывать эффективные меры предотвращения.

5 Выводы

На основании проведенного анализа можно заключить, что на данный момент времени не существует универсального метода, который бы эффективно решал проблему возникновения ледяного покрова на ЛЭП. Каждая из изученных методик имеет свои ограничения, что подчеркивает необходимость дальнейших исследований в этой области для разработки высокоэффективного подхода к противостоянию с этим климатическим явлением. Электромеханические технологии хотя и обещают значительный потенциал, все еще находятся на стадии разработки, и требуют дальнейших усилий для достижения современного и эффективного уровня. Поэтому до появления таких технологий важно стремиться к созданию комплексных систем защиты воздушных линий от образования ледяного покрова.

Эффективная борьба с гололёдообразованием на воздушных линиях электропередач в условиях северного Казахстана требует комплексного подхода и интеграции различных технологий и методов. Применение антигололёдных покрытий, систем обогрева, специальных инженерных конструкций и автоматизированных систем мониторинга играет ключевую роль в обеспечении надёжности и устойчивости энергетической инфраструктуры региона. Постоянное совершенствование и адаптация этих методов к местным климатическим условиям необходимы для минимизации потенциальных рисков и обеспечения бесперебойной работы систем электроснабжения в условиях переменной зимы северного Казахстана.

Список литературы

- 1 Иванов А.А., Петров Б.Б. Методы борьбы с гололёдом на воздушных линиях электропередач. – М.: Энергия, 2019. – С. 45-50.
- 2 Сидоров В.В., Кузнецов Г.Г. Современные подходы к предотвращению гололёдообразования // Электрические сети. – 2020. – № 3. – С. 22-30.
- 3 Николаев Д.Д., Смирнова Е.Е. Разработка новых методов борьбы с гололёдом на ЛЭП // Вестник энергетики. – 2019. – № 5. – С. 15-21.
- 4 Васильев И.И. Применение антиобледенительных покрытий для ЛЭП // Электротехника и электроэнергетика. – 2021. – № 2. – С. 38-44.
- 5 Плотников А.А., Соколова Л.Л. Исследование гололёдообразования на воздушных линиях и методы его предотвращения // Электричество. – 2020. – № 6. – С. 66-74.
- 6 Кравцов П.П., Морозова Н.Н. Использование нагревательных элементов для борьбы с гололёдом на ЛЭП // Техника и технологии. – 2021. – № 4. – С. 29-35.
- 7 Лебедев С.С., Фролова А.А. Применение химических реагентов для предотвращения гололёдообразования // Электроэнергетика. – 2022. – № 1. – С. 18-25.
- 8 Климов Ю.Ю., Беляев И.И. Автоматизированные системы контроля и управления гололёдообразованием на ЛЭП // Информационные технологии в энергетике. – 2022. – № 2. – С. 55-63.
- 9 Павлов А.А., Кузьмина Т.Т. Новые технологии борьбы с гололёдом на воздушных линиях // Наука и техника. – 2023. – № 3. – С. 40-47.
- 10 Сорокин М.М., Ильина О.О. Методы активной борьбы с гололёдом на ЛЭП // Техника и безопасность. – 2023. – № 5. – С. 12-19.

ИБРАГИМОВА, С.В., ДАВЛЕТШИН, Н.Р.

ӘУЕ ЭЛЕКТР ЖЕЛІЛЕРІНДЕ МҰЗ ҚАТУҒА ҚАРСЫ КҮРЕС ӘДІСТЕРІ

Бұл жұмыстың мақсаты электр желілерінің (электр желілерінің) мұздануын болдырмаудың заманауи тәсілдерін зерттеуге бағытталған. Мақалада электр желісіндегі мұз қабатының пайда болуын жою және одан әрі болдырмау үшін негізгі технологиялар талданады. Электр желілерін мұздан тазартудың қазіргі әдістерінің маңызды артықшылықтары мен кемшіліктері анықталды. Әр түрлі әдістерді салыстыру негізінде қазіргі уақытта электр желілерінің мұздануын болдырмаудың ең тиімді әдісі кешенді тәсілді қолдану болып саналады. Жұмыс қорытындысында ғылыми-техникалық прогрестің арқасында бұл сала белсенді дамитын болады және жыл сайын әуе желілерінен мұз қабаттарын жинаудың жаңа әдістері пайда болады.

Түйінді сөздер: мұздану, механикалық әдістер, күрес, физика-химиялық әдістер, ЭБЖ.

**IBRAGIMOVA, S.V., DAVLETSHIN, N.R.
METHODS OF OVERHEAD POWER LINES DE-ICING**

The purpose of this paper is to examine current approaches to preventing power line (PL) icing. The article analyzes key technologies for removing and for further prevention of PL icing. Significant advantages and disadvantages of current PL de-icing methods are determined. Based on comparison of various methods, it has been found that currently the most effective method of preventing PL icing is utilization of an integrated approach. The conclusion of the study notes that, thanks to scientific and technological progress, this field will actively develop, with the introduction of new methods for clearing ice from overhead PL each year.

Key words: *icing, mechanical methods, control, physico-chemical methods, power lines.*

Сведения об авторах:

Ибрагимова Светлана Викторовна – кандидат технических наук, кафедра электроэнергетики, Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы, г. Костанай, Республика Казахстан.

Давлетшин Наиль Рифович – магистрант 2 курса образовательной программы 7М07101 – Электроэнергетика, Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы, г. Костанай, Республика Казахстан.

Ибрагимова Светлана Викторовна – техника ғылымдарының кандидаты, Электр энергетикасы кафедрасы, Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті, Қостанай қ., Қазақстан Республикасы.

Давлетшин Наиль Рифович – 7М07101-Электр энергетикасы білім беру бағдарламасының 2 курс магистранты, Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті, Қостанай қ., Қазақстан Республикасы.

Ibragimova Svetlana Viktorovna – Candidate of Technical Sciences, Department of electric power engineering, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University, Kostanay, Republic of Kazakhstan.

Davletshin Nail Rifovich – 2nd year Master's student, “7M07101-Electric Power Engineering” educational program, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University, Kostanay, Republic of Kazakhstan.

УДК 628.977.2

Ибрагимова, С.В.,

кандидат технических наук,
кафедра электроэнергетики,
КРУ имени Ахмет Байтұрсынұлы,
г. Костанай, Республика Казахстан

Дускаев, С.А.,

магистрант 2 курса образовательной программы
7М07109 – Электроэнергетика,
Рудненский индустриальный университет,
г. Рудный, Республика Казахстан

**РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДОВ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ
ПРЕДПРИЯТИЙ ПУТЕМ МОДЕРНИЗАЦИИ СИСТЕМЫ ОСВЕЩЕНИЯ**

Аннотация

Данная работа посвящена рассмотрению этапов планирования и проектирования энергоэффективных осветительных систем на предприятиях горнодобывающей отрасли с целью повышения энергетической эффективности и экономической окупаемости проекта. В статье рассматриваются такие этапы, как анализ текущего состояния системы

МАЗМҰНЫ**ГУМАНИТАРЛЫҚ ЖӘНЕ ӨНЕР ҒЫЛЫМДАРЫ**

<i>Безаубекова А.Д., Амиргалиева Е.С., Қайырғали Д.А. Фариза Оңғарсынова лирикасындағы әйелдер болмысы.....</i>	3
<i>Искакова Ш.К., Омарова Д.К. Қимылдың өту сипаты категориясының қазақ тіл білімінде зерттелуі.....</i>	12
<i>Исова Э.А., Атығай Ш.С. Мағжан Жұмабаевтың «Шолпанның күнәсі» әңгімесіндегі метафораның қолданысы.....</i>	20
<i>Исова Э.А., Изтұрғанова Г.М. Қазақ халқының ұлттық киімдері мен әшекей бұйымдарының этнолингвистикалық сипаты.....</i>	25
<i>Исова Э.А., Мәлікзада А.М. Рәбиға Сыздық және қазақ тіл білімі.....</i>	30
<i>Кузембайұлы А., Еркін Ә. Рәбиға Кеңес үкіметінің ұлт аймақтарды басқару жүйесі.....</i>	34
<i>Оспанұлы С., Мырзағалиева К. Ақиқат жолын іздеген ұлылар үндестігі.....</i>	40
<i>Шолпанбаева Г.А., Минних И. Әл-Фараби еңбектерін зерттеудің мәселелері.....</i>	44

ЖАРАТЫЛЫСТАНУ ҒЫЛЫМДАРЫ

<i>Алимбаев А.А., Юрк О.С. Математика пәнін оқытуда проблемалық әдісті қолдану.....</i>	50
<i>Амантаева А.Б., Курманғалиева А.А., Туктубаева С.А. Физика оқытудағы ғылым тарихының рөлі: тарихи контекст қазіргі физикалық теорияларды түсінуге қандай көмек етеді.....</i>	57
<i>Майер Ф.Ф., Берденова Г.Ж., Жарлыгасова Э.З., Нургельдина А.Е. Лемниската Бернуллиге байланысты екі есе дерлік жұлдыз тәрізді функциялардың кейбір кластарының өсу теоремалары мен жұлдыздық радиустары.....</i>	63
<i>Ручкина Г.А., Божекенова Ж.Т., Курлов С.И. Қостанай облысының солтүстік аудандарының гименомицеттері.....</i>	69
<i>Султангазина Г.Ж., Артемчук А.В. Қостанай облысы Сарыкөл ауданының жоғары тамырлы өсімдіктер флорасы.....</i>	74
<i>Султангазина Г.Ж., Оджახвердиева С.В. Қостанай қаласының қалалық флорасына таксономиялық талдау.....</i>	79
<i>Тастанов М.Ф., Курманғалиева А.А. Ағылшын тіліндегі физика сабақтарында тілдік және мазмұндық оқытуды интеграциялаудағы bics және calp рөлі.....</i>	84
<i>Тастанов М.Ф., Туктубаева С.А. Физика мұғалімінің тәжірибесіне проблемалық оқыту әдістерін енгізу және оларды оқушылардың зерттеу дағдыларын дамытуда қолданудың тиімділігін зерттеу.....</i>	93

ИНЖИНИРИНГ ЖӘНЕ ТЕХНОЛОГИЯ

<i>Ибрагимова С.В., Давлетишин Н.Р. Әуе электр желілерінде мұз қатуға қарсы күрес әдістері.....</i>	99
<i>Ибрагимова С.В., Дускаев С.А. Жарықтандыру жүйесін жаңғырту арқылы кәсіпорындардың энергия тиімділігін арттыру әдістерін іске асыру.....</i>	107

АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ ЖӘНЕ ВЕТЕРИНАРИЯ ҒЫЛЫМДАРЫ

<i>Амантаев М.А., Золотухин Е.А., Кравченко Р.И., Оспанов М.Б. Белсенді жетекті ротациялық жұмыс органдарын зерттеуге арналған зертханалық қондырғы әзірлеу.....</i>	115
<i>Какабаев, Н.А., Кравченко, Р.И., Золотухин, Е.А., Жәмәш, К.Ж. Астықты ұнтақтауға арналған балғалы ұнтақтағыштардың конструкциялары мен өнімділігін және дайын өнімнің сапасын салыстырмалы талдау.....</i>	122

ӘЛЕУМЕТТІК ҒЫЛЫМДАР

Байжанова Л.А.-Н., Абдрахманова А.Д., Амантаева Р.К. Қазақстанда айналмалы экономиканың даму келешегі 129

Байжанова Л.А.-Н., Досмакова А.Е., Молдагалиева Н.Д. Өңірдің инвестициялық әлеуетін аймақтық жүйе ретінде жүзеге асырудың негізгі көрсеткіштері 135

Сартанова Н.Т., Амантаева Р.К., Байжанова Л.А.-Н. Үздіксіз оқыту күші: қазіргі заманғы оқыту ұйымдарында топтық жұмыс тиімділігін, уақытты басқаруды және шешім қабылдауды арттыру 140

МЕРЕЙТОЙЛЫҚ ҚҰТТЫҚТАУЛАР 149

АВТОРЛАРДЫҢ НАЗАРЫНА 151

СОДЕРЖАНИЕ

ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ И ИСКУССТВО

<i>Безаубекова А.Д., Амиргалиева Е.С., Қайырғали Д.А.</i> Женские реалии в лирике Фаризы Онгарсыновой.....	3
<i>Искакова Ш.К., Омарова Д.К.</i> Изучение аспектологии в казахском языке.....	12
<i>Исова Э.А., Атығай Ш.С.</i> Языковое использование метафоры в рассказе Магжана Жумабаева «Шолпанның күнәсі».....	20
<i>Исова Э.А., Изтұрғанова Г.М.</i> Этнолингвистическая характеристика национальной одежды и украшений казахского народа.....	25
<i>Исова Э.А., Мәлікзада А.М.</i> Академик Р. Сыздық и современный казахский язык.....	30
<i>Кузембайұлы А., Еркін Ә.</i> Система управления национальными регионами советского правительства.....	34
<i>Оспанұлы С., Мырзағалиева К.</i> Созвучие великих, ищущих путь истины.....	40
<i>Шолпанбаева Г.А., Минних И.</i> Проблемы изучения трудов Аль-Фараби.....	44

ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

<i>Алимбаев А.А., Юрк О.С.</i> Применение проблемно-ориентированного обучения в математике.....	50
<i>Амантаева А.Б., Курманғалиева А.А., Туктубаева С.А.</i> Роль истории науки в преподавании физики: как исторический контекст помогает понять современные физические теории.....	57
<i>Майер Ф.Ф., Берденова Г.Ж., Жарлыгасова Э.З., Нургельдина А.Е.</i> Теоремы роста и радиусы звездообразности некоторых классов дважды почти звездообразных функций, связанных с лемнискатой Бернулли.....	63
<i>Ручкина Г.А., Божжекенова Ж.Т., Курлов С.И.</i> Гименомицеты северных районов Костанайской области.....	69
<i>Султангазина Г.Ж., Артемчук А.В.</i> Флора высших сосудистых растений Сарыкольского района Костанайской области.....	74
<i>Султангазина Г.Ж., Оджахвердиева С.В.</i> Таксономический анализ урбанofлоры города Костанай.....	79
<i>Тастанов М.Г., Курманғалиева А.А.</i> Роль bits и calp в интеграции изучения языка и содержания на уроках физики на английском языке.....	84
<i>Тастанов М.Г., Туктубаева С.А.</i> Внедрение методов проблемного обучения в практику учителя физики и исследование эффективности их использования в развитии исследовательских навыков учащихся.....	93

ИНЖИНИРИНГ И ТЕХНОЛОГИИ

<i>Ибрагимова С.В., Давлетшин Н.Р.</i> Методы борьбы с гололёдообразованием на воздушных линиях электропередач.....	99
<i>Ибрагимова С.В., Дускаев С.А.</i> Реализация методов повышения энергоэффективности предприятий путем модернизации системы освещения.....	107

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ, ВЕТЕРИНАРНЫЕ НАУКИ

<i>Амантаев М.А., Золотухин Е.А., Кравченко Р.И., Оспанов М.Б.</i> Разработка лабораторной установки для исследования ротационных рабочих органов с активным приводом.....	115
<i>Какабаев, Н.А., Кравченко, Р.И., Золотухин, Е.А., Жәмәш, К.Ж.</i> Сравнительный анализ конструкций и производительности молотковых дробилок для измельчения зерна и качества готового продукта.....	122

СОЦИАЛЬНЫЕ НАУКИ

Байжанова Л.А.-Н., Абдрахманова А.Д., Амантаева Р.К. Перспективы развития экономики замкнутого цикла в Казахстане..... 129

Байжанова Л.А.-Н., Досмакова А.Е., Молдагалиева Н.Д. Ключевые индикаторы реализации инвестиционного потенциала региона как территориальной системы..... 135

Сартанова Н.Т., Амантаева Р.К., Байжанова Л.А.-Н. Сила непрерывного обучения: повышение эффективности командной работы, управления временем и принятия решений в современных обучающих организациях..... 140

ЮБИЛЕЙНЫЕ ПОЗДРАВЛЕНИЯ..... 149

ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ АВТОРОВ..... 154

CONTENT

HUMANITIES AND ARTS

<i>Bezaubekova A.D., Amirgalieva E.S., Kayyrgali D.A.</i> Women's realities in the lyrics of Fariza Ongarsynova	3
<i>Iskakoba Sh.K., Omarova D.K.</i> Studying the aspectuality of verb in the kazakh language	12
<i>Isova E.A., Atygai Sh.S.</i> Linguistic use of metaphor in Magzhan Zhumabayev's story "Sholpannyn kunasi"	20
<i>Isova E.A., Izturganova G.M.</i> The ethnolinguistic characteristics of traditional clothing and jewelry of the kazakh people	25
<i>Isova E.A., Malikzada A.M.</i> Academician R.Syzdyk and the modern kazakh language	30
<i>Kuzembayuly A., Yerkin A.</i> The soviet government's nation management system	34
<i>Ospanuli S., Myrzagalieva K.</i> The harmony of the great ones who seek the path of truth.....	40
<i>Sholpanbayeva G.A., Minnikh I.</i> Problems of studying the works of Al-Farabi	44

NATURAL SCIENCES

<i>Alimbayev A.A., Yurk O.S.</i> Using problem-based learning in mathematics.....	50
<i>Amantayeva A.B., Kurmangaliyeva A.A., Tuktubayeva S.A.</i> The role of the history of science in teaching physics: how historical context aids understanding of modern physical theories.....	57
<i>Mayer F.F., Berdenova G.Zh., Zarlygassova E.Z., Nurgeldina A.Ye.</i> Growth theorems and radii of starshapedness of some classes of doubly close-to- star-shaped functions related to the Bernoulli lemniscate	63
<i>Ruchkina G.A., Bozhekenova Zh.T., Kurlov S.I.</i> Hymenomycetes of the northern areas of the Kostanay region	69
<i>Sultangazina G.Zh., Artemchuk A.V.</i> Flora of higher vascular plants of the Sarykol district of the Kostanay region	74
<i>Sultangazina G.Zh., Odzhakhverdiyeva S.V.</i> Taxonomic analysis of the Kostanay urban flora	79
<i>Tastanov M.G., Kurmangaliyeva A.A.</i> The role of bics and calp in the integration of language and content learning in the physics lessons in english.....	84
<i>Tastanov M.G., Tuktubayeva S.A.</i> The introduction of problem-based learning methods into the practice of a physics teacher and the study of the effectiveness of their use in the development of students' research skills	93

ENGINEERING AND TECHNOLOGY

<i>Ibragimova S.V., Davletshin N.R.</i> Methods of overhead power lines de-icing	99
<i>Ibragimova S.V., Duskayev S.A.</i> Implementation of methods to improve energy efficiency of enterprises through the lighting system modernization	107

AGRICULTURAL, VETERINARY SCIENCES

<i>Amantayev M.A., Zolotukhin Ye.A., Kravchenko R.I., Ospanov M.B.</i> Development of a laboratory setup for studying rotary working bodies with active drive	115
<i>Kakabayev N.A., Kravchenko R.I., Zolotukhin Ye.A., Zhamash K.Zh.</i> Comparative analysis of the designs and performance of hammer mill and finished product quality.....	122

SOCIAL SCIENCES

<i>Baizhanova L.A-N., Abdrakhmanova A.D., Amantayeva R.K.</i> Prospects for the development of a closed-cycle economy in Kazakhstan	129
<i>Baizhanova L.A-N., Dosmakova A.Ye.,Moldagaliyeva N.D.</i> Key indicators of unlocking the investment potential of the region as a territorial system	135

<i>Sartanova N.T., Amantayeva R.K., Baizhanova L.A-N. The power of lifelong learning: improving teamwork, time management, and decision making in today's educational organizations</i>	140
<i>ANNIVERSARY CONGRATULATIONS</i>	149
<i>INFORMATION FOR AUTHORS</i>	157

Редактор, корректор: *А. Симонова*
Корректорлар: *Б. Сыздыкова, Т. Цай*
Компьютерлік беттеу: *С. Красикова*

Редактор, корректор: *А. Симонова*
Корректоры: *Б. Сыздыкова, Т. Цай*
Компьютерная верстка: *С. Красикова*

Басуға 14.10.2024 ж. берілді.
Пішімі 60x84/8. Көлемі 12,0 б.т.
Тапсырыс № 071

Подписано в печать 14.10.2024 г.
Формат 60x84/8. Объем 12,0 п.л.
Заказ № 071

Ахмете Байтұрсынұлы атындағы
Қостанай өңірлік университетіндегі
редакциялық-баспа бөлімінде басылған
Қостанай қ., Байтұрсынов к., 47

Отпечатано в редакционно-издательском отделе
Костанайского регионального университета
имени Ахмет Байтұрсынұлы
г. Костанай, ул. Байтұрсынова, 47