

## ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ ГОЛОЛЕДНО-ИЗМОРОЗЕВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ НА ПРОВОДАХ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ

Лавринец Ангелина Андреевна [lavrinets02@mail.ru](mailto:lavrinets02@mail.ru)  
Петенева Ксения Юрьевна [k.petenyova@yandex.ru](mailto:k.petenyova@yandex.ru)

### **Аннотация:**

В данной статье рассмотрены причины возникновения голодно-изморозевых отложений, типология гололедных осадков на воздушной линии электропередачи, приведен сравнительный анализ двух карт по распределению толщины стенки гололеда в Московском регионе, а также представлено решение, позволяющее предупреждать возникновение аварийных ситуаций из-за образования гололеда на проводах воздушных линий. Так же в статье представлена трехуровневая архитектура программно-аппаратного комплекса.

**Ключевые слова:** гололедно-изморозевые отложения, система мониторинга, ВЛЭП, стенка гололеда, технологическое нарушение.

Для большей части регионов России свойственны гололедно-изморозевые отложения, которые появляются из-за конкретных погодных условий, такие как: температура окружающего воздуха от 0 °С до 1 °С, а также наличие в воздухе водяной взвеси в виде мороси и тумана, а также в случае дождя и мокрого снега.

В настоящее время принято следующая классификация гололедных осадков, образующихся на проводах ВЛЭП и на поверхности опор:

- 1) гололед (стекловидный или матовый);
- 2) зернистая (плотная) изморозь;
- 3) кристаллическая изморозь (инеевидный осадок);
- 4) отложение мокрого снега;
- 5) различные смеси этих осадков (сложное отложение).

ГИО на воздушных линиях электропередачи являются серьезной угрозой для их нормальной работы и могут привести к:

- 1) нарушение регулировки проводов и тросов и их сближение на недопустимое расстояние (схлестывание и перегорание во время сближения);
- 2) интенсивную пляску проводов, вызывающую короткие замыкания между проводами и грозозащитными тросами, с последующим их повреждением, повреждение линейной арматуры;
- 3) рывок проводов при одновременном спадании гололедно-изморозевых отложений с опасностью перекрытий, вызывающих короткие замыкания между проводами и грозозащитными тросами;
- 4) значительную механическую перегрузку проводов, тросов, линейной арматуры и изоляции, способную вызвать их повреждения;
- 5) разрушение или падение в результате превышения расчетных гололедно-ветровых нагрузок.

Согласно 7-му изданию ПУЭ Московская область входит во II район по гололедообразованию, характеризующийся толщиной стенки гололеда 15 мм (рисунок 1). Поэтому электросетевые компании Московского региона не используют системы плавки и предупреждения ГИО.

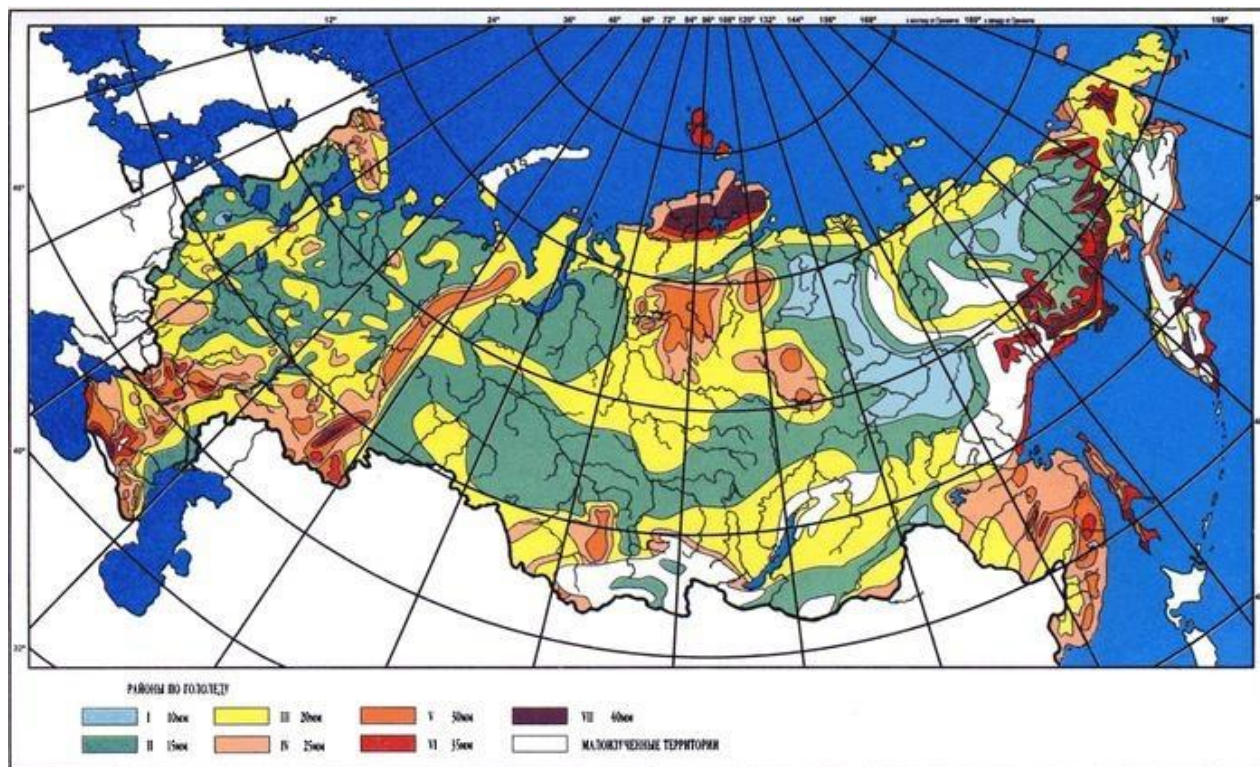


Рисунок 1 - Карта районирования территории РФ по толщине стенки гололеда

Однако в последнее время наблюдается все более тяжелые последствия от образования стенки гололеда на проводах, одним из примеров является ледяной дождь 2010, который повлек за собой коллапс столичных аэропортов Шереметьево и в Домодедово и стал причиной ущерба в 1500 млрд. руб. Согласно последним исследованием стоит взять во внимание актуальную карту с измененными данными по толщине образуемого гололеда в Московском регионе (рисунок 2).

Помимо этого, в ПАО «Россети Московский регион» в 2018 в связи прохождения циклона «Балканец» произошло 29 аварийных ситуаций на 19 ВЛ 35-110 кВ, причиной которых является ГИО.

Для предотвращения технологических нарушений, возникающих в результате ГИО на проводах ВЛ 35-110 кВ в ПАО «Россети Московский регион» установлены следующие виды оборудования:

- 1) межфазные изолирующие распорки производства типа РМИД (ООО «ИНСТА»), типа РМИ-2,5/35-2,5-Б (АО «НПО «Изолятор»), типа РМИ-30/35-2,5-Б (АО «Энергия+21), препятствующие формированию сплошной массивной «шапки» ГИО и предотвращающие схлестывание проводов между собой при сбросе отложений;

2) спиральные гасители пляски и ветровых колебаний типа ГПС «Бабочка», которые препятствуют образованию массивных гололедных отложений на проводах ВЛ.

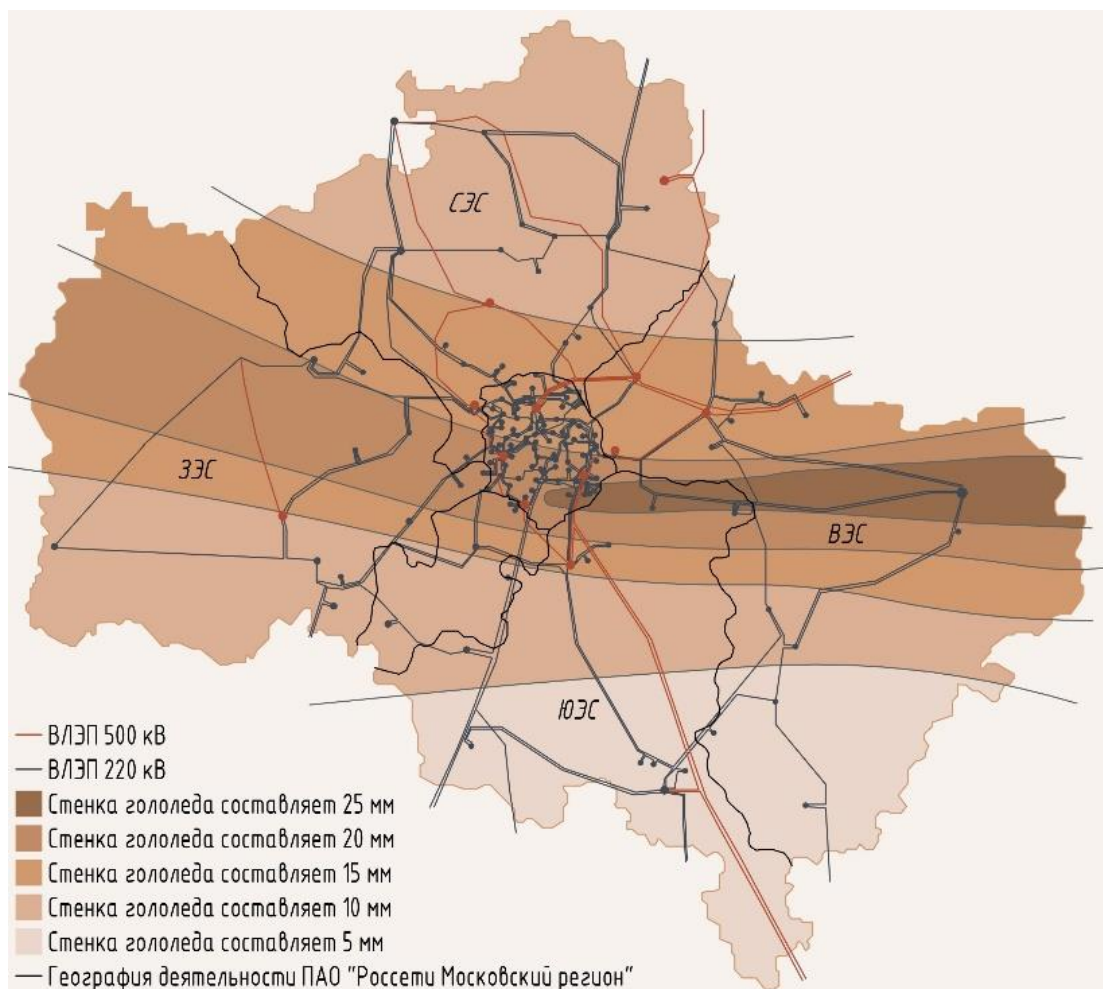


Рисунок 2 - Актуализированная карта районирования Московского региона по толщине стенки гололеда

Помимо этого, на воздушных линиях используются механические способы борьбы с ГИО, которые заключаются в удалении гололеда по средствам сбивания, осуществляющегося при помощи длинных шестов с земли или с корзины автовышки.

Также используется один способ предотвращения образования ГИО, который выполняется посредством режимных мероприятий путем увеличения нагрузки ВЛ.

Наше решение подразумевает разработку и внедрения системы мониторинга, которая включает в себя комплекс датчиков, отслеживающие метеорологические данные и информацию о состоянии провода, а так же предупреждения ГИО с помощью заблаговременной плавки гололеда.

В общем виде архитектура предлагаемой нами системы представлена на рисунке 3.

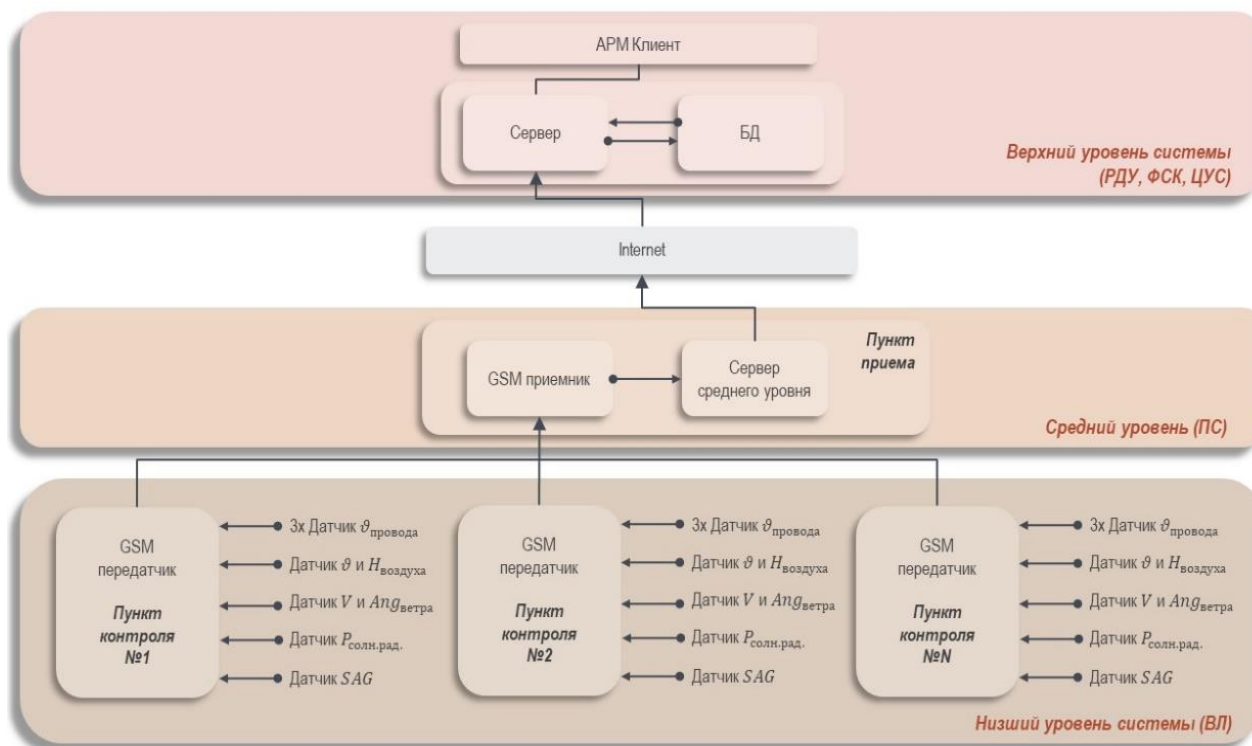


Рисунок 3 - Архитектура предлагаемой нами системы

### Список используемой литературы

1. Ткачук, Я. Методы защиты ЛЭП 35-110 кВ при образовании ГИО на проводах и грозозащитных тросах / Я. Ткачук, Д. Сахно // Электроэнергия. Передача и распределение. – 2023. – № S2(29). – С. 24-26. – EDN GYXUZM.
2. Патент № 2761084 С1 Российская Федерация, МПК H02G 7/16. Система мониторинга гололедно-изморозевых отложений на проводах и грозозащитных тросах воздушных линий 110-220 кВ: № 2021100200: заявл. 11.01.2021; опубл. 03.12.2021 / А. И. Федотов, А. Г. Латипов, Ю. С. Храмов, Г. В. Вагапов; заявитель АО «Сетевая компания». – EDN HCJEEJ.
3. Булычев, А. В. Управление удалением гололедно-изморозевых отложений на проводах воздушных линий электропередачи / А. В. Булычев, А. С. Александров // Релейная защита и автоматизация. – 2022. – № 3(48). – С. 24-31. – EDN AQCYSB.
4. Иванова, Г. Э. Комплексная автоматизация плавки гололеда на вл-10кв без отключения потребителя от сети / Г. Э. Иванова, А. Г. Лютов // Станкостроение и инновационное машиностроение. Проблемы и точки роста: Материалы Всероссийской научно-технической конференции, Уфа, 26–28 февраля 2020 года. – Уфа: Уфимский государственный авиационный технический университет, 2020. – С. 84-89. – EDN GKKOVM.
5. Нгуен, В. В. Определение состояния гололедно-изморозевых отложений инклинометрическим и метеорологическим методами / В. В. Нгуен // Тинчуринские чтения - 2020 «Энергетика и цифровая трансформация»: Материалы Международной молодежной научной конференции. В 3-х томах, Казань, 28–29 апреля 2020 года. Том 1. – Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2020. – С. 263-266. – EDN PNVVFW.

### Информация об авторах

Лавринцев А. А., Петенева К. Ю. – студент группы Э-01, ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова», РФ, Алтайский край, г. Барнаул.

Сташко В. И. – наставник стартап-проекта, научный руководитель, к.т.н., доцент, ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова», РФ, Алтайский край, г. Барнаул.

### **Ссылка для цитирования**

Лавринец, А. А. Предупреждение образования гололедно-изморозевых отложений на проводах воздушных линий электропередачи / А. А. Лавринец, К. Ю. Петенева // Энерджинет. 2024. № 1. URL: <http://nopak.ru/241-302> (дата обращения: 01.05.2024).

