

## TERMODIAG – СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ ТЕПЛОВИЗИОННОЙ ДИАГНОСТИКИ

Ткаченко Данил Алексеевич, [tdanil842@gmail.com](mailto:tdanil842@gmail.com)  
Корюгин Георгий Вячеславович, [Geajter@gmail.com](mailto:Geajter@gmail.com)

### Аннотация:

В статье представлена инновационную идею стартап-проекта «TERMODIAG». Основная цель проекта - улучшить эффективность и точность диагностики оборудования подстанций, а также упростить прогнозирование ухудшения качества контактных соединений. Предложен метод определения сопротивления контакта по току и температуре нагрева контакта, что позволяет более точно определять качество электрического контакта. Анализируется эффективность методики и её преимущества по сравнению с традиционными методами диагностики. Работа также охватывает аспекты маркетинговой стратегии стартапа, анализирует целевую аудиторию и пути продвижения продукта на рынке.

**Ключевые слова:** диагностика контактных соединений, надежность, стартап-проект, измерение, эффективность, тепловизионная диагностика, PAM, SAM, SOM, TAM, проведение диагностики, электрическая энергия, ENERGYNET.

Инновационная идея предложена в рамках реализации акселерационной программы поддержки проектных команд и студенческих инициатив «Зелёный конвейер» АлтГТУ им. И. И. Ползунова.

Основная информация о стартап-проекте «TERMODIAG» представлена в таблице 1.

Таблица 1 - Основная информация о стартап-проекте

Технологическое направление в соответствии с перечнем критических технологий РФ	Базовые технологии силовой электротехники.
Рынок НТИ	ENERGYNET
Сквозные технологии	Новые производственные технологии

Проект предполагает создание компании, которая будет предлагать свои услуги и технические средства сетевым компаниям, что позволит повысить надёжность и эффективность работы оборудования подстанций.

Актуальность темы стартапа связана с решением проблемы эффективности диагностики оборудования подстанций, а также упрощения прогнозирования ухудшения качества контактных соединений. Реализация проекта позволит не только упростить процесс диагностики оборудования подстанций, но и повысить точность диагностики с возможностью дальнейшего развития.

Основной целевой аудиторией стартапа являются электросетевые компании, которые занимаются непосредственно диагностикой и ремонтом оборудования подстанций.

Дополнительной целевой аудиторией могут оказаться частные фирмы в производственном процессе которых используются контактные соединения, которые будут использовать метод для определения степени окисления контактных соединений, степень их прижатия в процессе эксплуатации.

Многие пожары, возгорания, аварии в энергосистемах обусловлены низким качеством контактных поверхностей. Для улучшения качества, своевременного ремонта, замены контактов необходимо своевременно производить их диагностику. Ввиду увеличения количества энергосетей, сложности конфигурации устройств необходим вид диагностики, способный с наименьшими затратами по времени, технике определять состояние электрических устройств с достаточной точностью измерений для подведения итогов.

При традиционной тепловизионной диагностике оценка нагрева производится по второстепенному фактору - температуре, которая может изменяться по разным причинам. Предложенный метод усовершенствования решает данную проблему, так как оценка производится по сопротивлению контакта, рассчитанного из тока в отходящем проводе и температуры нагрева контакта.

В сравнении с традиционными способами диагностики такого элемента электрооборудования как контактное соединение:

- 1) визуальный контроль;
- 2) магнитная дефектоскопия;
- 3) метод контроля диэлектрических потерь, заключающийся в определении и анализе тангенса угла диэлектрических потерь;
- 4) емкостной метод исследует изменение емкостных характеристик, по которым определяется состояние изоляции.
- 5) метод, основанный на контроле характеристик частичных разрядов – разрядов в изоляции под действием приложенного напряжения;
- 6) акустический;
- 7) вихретоковый метод;

Метод тепловизионной диагностики достаточно прост, не требует разборки электроустановки, но имеет недостаточную точность определения качества электрического контакта, в сравнении с методом определения сопротивления по падению напряжения, амперметром-вольтметром, так как измеряется сопротивление не напрямую, а через второстепенный фактор, температуру, которая может изменяться не только из-за качества контакта, но и из-за внешних воздействий, зная температуру контакта, можно расчетным путем определить его сопротивление по определенным методам.

Проведение диагностики предупреждает множество аварий, то есть предупреждает расходы недоотпуска электрической энергии, экономии человеко-часов, экономии применения техники и расхода ГСМ.

Проведение диагностики предложенным методом эффективнее по времени и безопаснее в сравнении с экспериментальными методами, точнее традиционного метода тепловизионной диагностики [1].

На данный момент проводится оценка применения методики для различных случаев контактов, проводов. На основании оценок планируется расчет семейств характеристик для разных случаев результата измерения качества контакта, на основании которых создание программы для простоты работы с методикой и автоматизации работы, на основании которой планируется ведение учета работы электрооборудования [2].

Основным ценностным предложением стартап-проекта является содействие электросетевым компаниям в определении качества контактов для частных лиц и электросетевых организаций. Журнал соответствия температуры данным контактов для уточнения результатов тепловизионной диагностики. Программный комплекс соответствия температуры данным контактов для уточнения результатов тепловизионной диагностики. В дальнейшем статистические данные.

Так как предлагаемый продукт относится к рынку B2B, то маркетинговая стратегия направлена на привлечение бизнес-клиентов. В качестве основных компонентов маркетинговой стратегии можно выделить:

1. Установление отношений с ключевыми лицами принятия решений: идентификация и вовлечение руководителей через профессиональные сети, например LinkedIn.

2. Контент-маркетинг: создание авторитетного контента, подчеркивающего экспертность и решения, предлагаемые продуктом. Качественный контент может помочь в установлении авторитета и доверия в профессиональном сообществе, а также служит средством для получения лидов через формы подписки.

3. Почтовый маркетинг: Разработка персонализированных email-кампаний с акцентом на создание ценности для бизнеса и ROI. Email-маркетинг остается одним из самых эффективных каналов для B2B, позволяя держать связь с потенциальными клиентами и углублять отношения

Расчёт рынка по методам РАМ (потенциальный), ТАМ (общий), САМ (доступная), SOM (реально достижимый) представлен на рисунке 1.

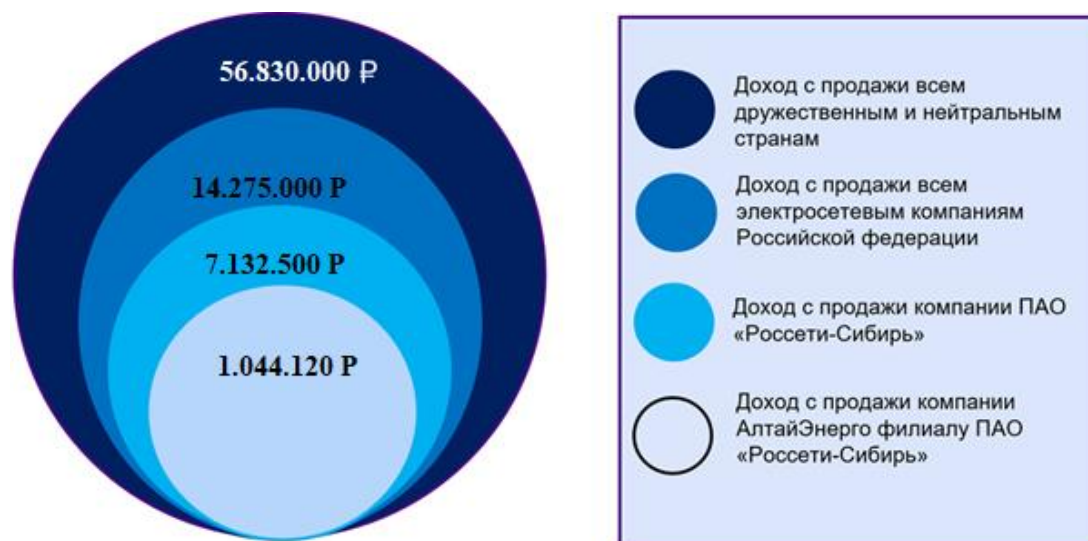


Рисунок 1 – Оценка объёма рынка по РАМ, ТАМ, САМ и SOM

Проведение диагностики предупреждает множество аварий, то есть предупреждает расходы недоотпуска электрической энергии, экономии человеко-часов, экономии применения техники и расхода ГСМ, а диагностика предложенным методом эффективнее по времени и безопаснее в сравнении с экспериментальными методами, контакта с электрическим током нет, обладает большей точностью в сравнении с традиционным методом тепловизионной диагностики.

У данного метода существует значительный научно-технологический задел, так как по данным исследования диагностики можно составлять периоды наибольшей загруженности элементов электрооборудования и многое другое. Могут быть проведены многочисленные исследования и разработки в области компьютерного моделирования и обработки изображений.

Алгоритм методики определения качества контактных соединений стартап-проекта «TERMODIAG» представлена на рисунке 2.

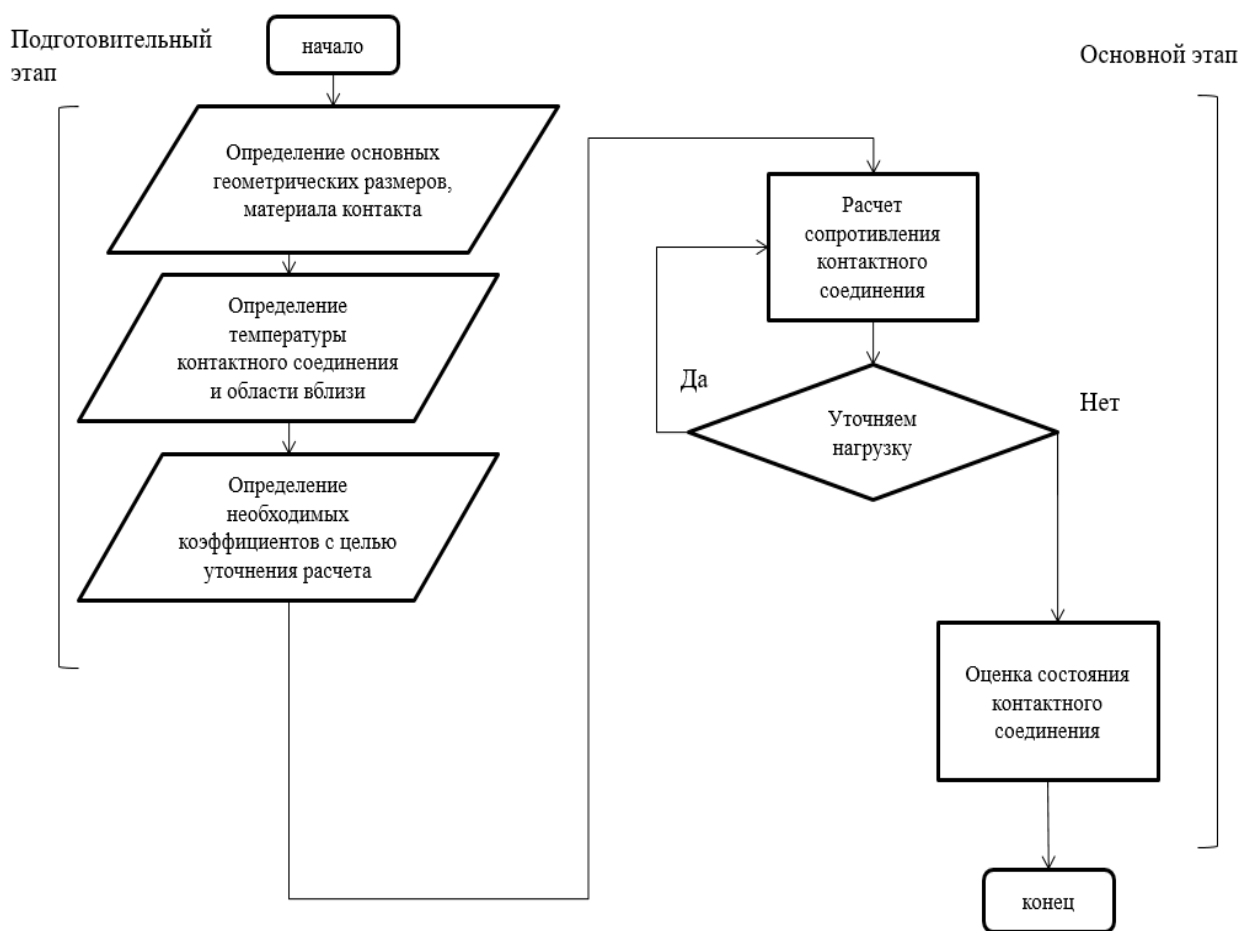


Рисунок 2 – Алгоритм методики определения качества контактных соединений

SWOT-анализ стартап-проекта «TERMODIAG» представлена на рисунке 3.

По состоянию на начало 2024 года, новый метод для определения качества контактных соединений находится на стадии разработки программного обеспечения.

## SWOT-анализ

Анализируемая ситуация: Метод телевизионной диагностики контактных соединений с применением расчета контактного сопротивления

### Силы

Не требуется существенной модернизации традиционного метода  
Диагностика точная, быстрая, не требуется извлечения оборудования  
Малые капитальные затраты  
Своевременность поставок материалов может быть подорвана разорением поставщиков;  
Усиление конкуренции может привести к дальнейшему снижению цен, что повлияет на получаемую прибыль;  
Наличие в организации современного оборудования убережет от дорогостоящей покупки нового или от дорогого ремонта;  
Наличие собственного тепловизора убережет организацию от покупки на него.

### Слабости

Требуется предварительная разработка мультифункциональной программы и поддержка  
Нет сертификатов качества  
Требуется дополнительное обучение персонала

### Возможности

Возможность составления систем данных для анализа повреждаемости контактного соединения для дальнейшего анализа и предупреждения поломок оборудования исходя из данных проведенного анализа  
Возможность завоевания новых покупателей за счет имеющейся возможности выхода на новые рынки (в данном случае - более приближенные к производителю) и за счет такой сильной стороны, как сравнительно низкие цены;  
Такие преимущества, как качество продукции и сравнительно низкие цены с использованием рекламных технологий могут создать благоприятный образ организации и тем самым завоевать рынок.

### Угрозы

При учете вкусов потребителей отсутствие рекламы не удержит покупателей, при изменении их предпочтений, так как они просто не будут информированы;  
Несоответствие данных методики традиционным может увеличить недоверие покупателей к марке;  
Изменение предпочтений покупателей потребует больших денежных средств для изменения производства, которыми организация не обладает;  
Налаженные связи с поставщиками могут оборваться, а поиск новых приведет к дополнительным расходам.  
Тяжелое положение организации может быть ухудшено низким уровнем доходов населения;

Рисунок 3 – SWOT-анализ стартап-проекта

В процессе разработки широкомасштабной модели для повсеместного применения, осуществляется выбор оптимальных технических решений и расширение возможностей.

Команда стартап-проекта «TERMODIAG»:

1. Ткаченко Данил Алексеевич – лидер;
2. Корюгин Георгий Вячеславович – технолог.

### Список используемой литературы

1. Ткаченко, Д. А. Анализ методов контроля контактных соединений / Д. А. Ткаченко, Б. С. Компанец // Горинские чтения. Инновационные решения для АПК : Материалы Международной научной конференции, Майский, 14–15 марта 2023 года. Том 4. – Майский: Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2023. – С. 128-129. – EDN UMLGVB.

2. Ткаченко, Д. А. Оценка качества контактных соединений / Д. А. Ткаченко // Энергетика и энергосбережение: теория и практика : СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ VII МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ, Кемерово, 07–09 декабря 2022 года. – Кемерово: Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, 2023. – С. 263-1-263-5. – EDN HEFCRN.

### **Информация об авторах**

Ткаченко Д. А., Корюгин Г. В. – студенты группы 8Э-32, 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**

Ткаченко, Д. А. Termodiag – совершенствование методики тепловизионной диагностики / Д. А. Ткаченко, Г. В. Корюгин, В. И. Сташко // Энерджинет. 2023. № 1. URL: <http://nopak.ru/231-106> (дата обращения: 30.03.2024).

