

302-1

УДК 621.331.45

И.В. АРТАМОНОВ, студент гр. М-ЭО-22-1 (ЛГТУ)  
Научный руководитель В.И. ЗАЦЕПИНА, д.т.н., профессор (ЛГТУ)  
г. Липецк

# ОСМОТР ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ УСТАНОВОК ПОДСТАНЦИИ С ПОМОЩЬЮ РОБОТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ

**Аннотация:** В работе рассмотрена возможность замены традиционного способа осмотра электрических установок подстанции с помощью оперативного персонала, в качестве применения роботизированной системы. Было определено основное оборудование для роботизированной системы, которое позволяет осуществлять все необходимые работы при осмотре и диагностике электрооборудования. Построен алгоритм работы роботизированной системы.

Ключевые слова: роботизированная система, робот, диагностика, автоматизация, электрическая подстанция, электрооборудование.

Для обнаружения технических неисправностей электрических установок на электрических подстанциях требуется регулярно производить осмотр и диагностику оборудования. Такой осмотр производится оперативным персоналом. В обязанности оперативного персонала входит визуальный осмотр электрического оборудования, проводить различные измерения и тестирования, следить за параметрами работы оборудования, реагировать на аварийные ситуации и предотвращать их возникновения, а также документировать все результаты осмотра. Все эти функции выполняются с целью обеспечения безопасности, надежности и эффективности работы электрической подстанции. В качестве повышения эффективности осмотра электрических установок подстанции рассматривается возможность введения в эксплуатацию роботизированной системы. Задачи роботизированной системы заключаются в замене традиционного метода осмотра в самостоятельный, без помощи оперативного персонала. С помощью роботизированной системы и её возможностей, выявление неполадок станет доступно на первоначальных этапах возникновения, что позволит вводить электроустановки в ремонт без серьезных последствий. Точность выполнения работ роботизированной системой обеспечивает безопасность возникновения ошибок в проведении

# **VI Международная молодежная научно-практическая конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»**

**302-2**

**17-23 ноября 2023 года**

---

осмотра оперативным персоналом, связанным с человеческим фактором, что позволяет повысить эффективность работы.

Цель работы – рассмотреть возможность замены традиционного способа осмотра электроустановок электрической подстанции на осмотр с помощью роботизированной системы. Задачи работы – изучение вариантов проведения осмотра оборудования подстанции; выбор оборудования роботизированной системы выполняющие функцию осмотра осмотра; разработать алгоритм работы роботизированной системы.

Для обеспечения эффективной работы, роботизированная система использует различное диагностическое оборудование. Оно включает в себя видеокамеру, которая позволяет визуально осматривать оборудование, искать дефекты, а также помогает роботизированной системе в перемещении по подстанции. [1] Тепловизор – выявляет избыточную температуру в аппаратах и передает информацию на сервер. [2] Рентген-установка – с помощью источников рентгеновского излучения возможно находить скрытые дефекты в конструкции высоковольтного оборудования. [3]

Основные задачи роботизированной системы в осмотре электрооборудования подстанции заключаются в следующем: мониторинг состояния оборудования, измерение различных параметров (снятие показателей с приборов), проверка на наличие утечек, автоматическое заполнение документации на основе полученных данных.

Роботизированная система – это автоматизированное устройство, предназначенное для производства проверочных операций. Она работает на основе программируемых алгоритмов, которые позволяют ей выполнять различные функции в зависимости от поставленных задач. Роботизированная система обладает различным диагностическим оборудованием, которое предназначено для восприятия и анализа оборудования электрической подстанции. После получения информации от диагностического оборудования, роботизированная система использует встроенные алгоритмы и программы для анализа и интерпретации этих данных. Она может определять наличие дефектов, измерять параметры, проверять соответствие заданным стандартам, просматривать и анализировать видеоизображения и принимать различные решения на основе этих данных.

Алгоритм для роботизированной системы – это последовательность инструкций, которые роботизированная система выполняет, чтобы выполнить определенную задачу. Работа роботизированной системы может быть разделена на несколько этапов: получение информации, планирование, выполнение действий, обратная связь.

**VI Международная молодежная научно-практическая  
конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»**

**302-3**

**17-23 ноября 2023 года**

---

---

Роботизированная система собирает данные из своего окружения с помощью различного диагностического оборудования. Она обрабатывает эту информацию и принимает необходимые решения на основе полученных данных. Роботизированная система анализирует собранную информацию и определяет, какие действия ей следует выполнить. Она использует алгоритмы планирования для определения наиболее оптимального пути действий, чтобы выполнить поставленную задачу. Роботизированная система выполняет запланированные действия с использованием своих приводов. Эти приводы позволяют роботизированной системе перемещаться, осуществлять манипуляции с диагностическим оборудованием, выполнять задачи.

Основное свойство для осуществления работы роботизированной системы является вшитый в неё алгоритм. Путем программирования в роботизированную систему вносятся идеальные значения каждого электрических установок подстанции, их расположение и порядок осмотра этих установок. Роботизированная система сравнивает значения, полученные при диагностике и осмотре установок, с идеальными значениями данными ей при введении в эксплуатацию на подстанцию. Если значения различаются, роботизированная система немедленно посыпает сигнал на сервер к оперативному персоналу. По истечению осмотра всей электрической подстанции, роботизированная система составляет отчет, в который входит весь пройденный осмотр и снятые показания установок. Алгоритм работы роботизированной системы представлен на рисунке 1.

**VI Международная молодежная научно-практическая конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»**  
**302-4**  
**17-23 ноября 2023 года**

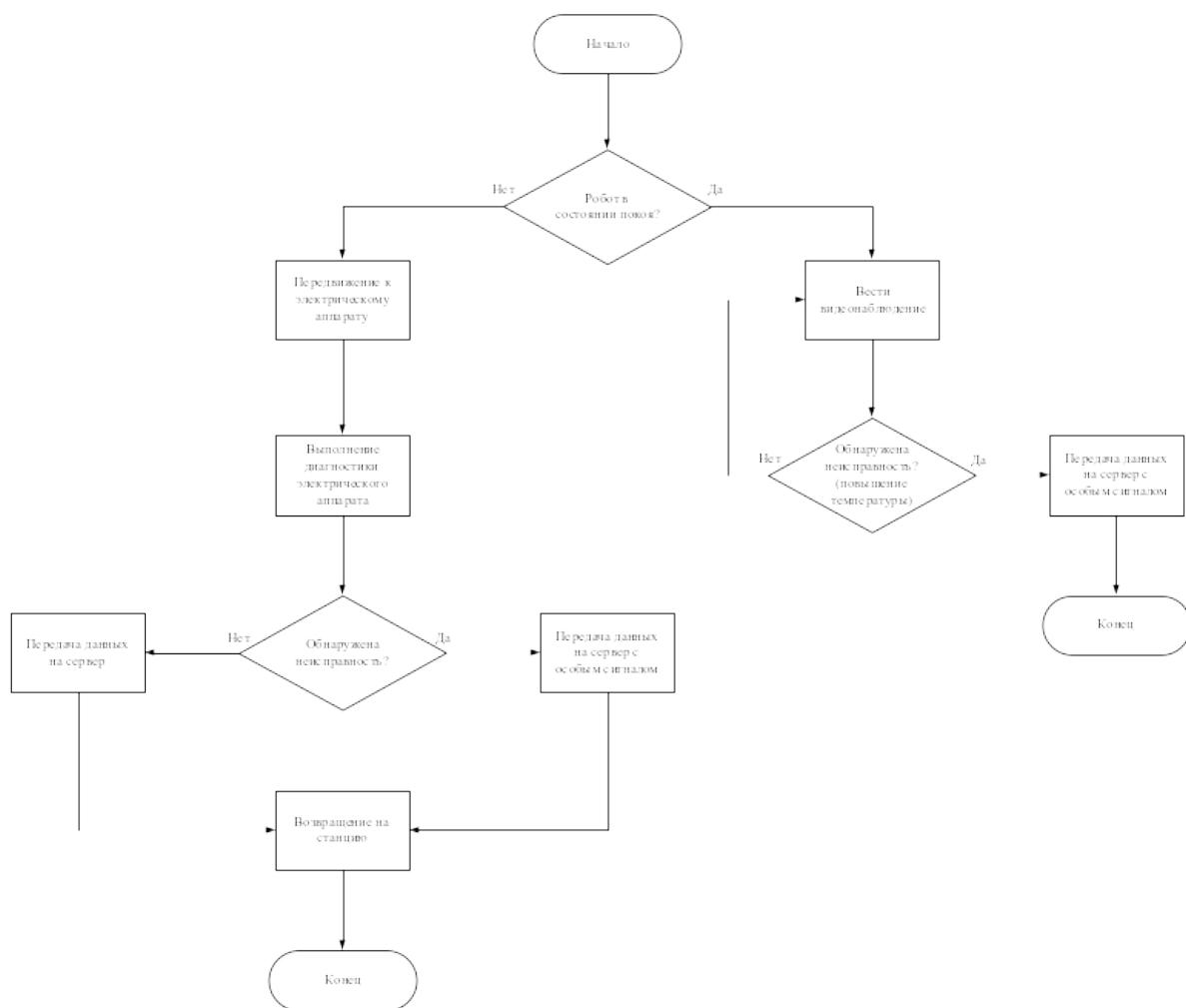


Рис. 1. Алгоритм работы роботизированной системы

Замена традиционного осмотра электрической подстанции оперативным персоналом на осмотр установок с помощью роботизированной системы ведет за собой множество преимуществ. Эффективность ее применения заключается в том, что роботизированная система может работать в отдаленных и труднодоступных расположений подстанций, повышение количества рабочих часов позволяет более часто и детально осматривать оборудование обнаруживая мелкие дефекты, регулярные осмотры позволяют выявлять нарушения работы электрического оборудования на ранних стадиях и предотвращают отказы оборудования, передавать данные с подстанции в режиме реального времени. Регулярное обслуживание и мониторинг с помощью роботизированной системы могут способствовать увеличению срока службы электрооборудования, что является одним из важнейших показателей преимущества над человеком. Также роботизированная система не подвержена человеческим факторам, таким как усталость,

**VI Международная молодежная научно-практическая  
конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»  
302-5  
17-23 ноября 2023 года**

---

---

отвлечение или эмоции, что может привести к снижению вероятности ошибок и несчастных случаев.

**Список литературы:**

1. Губарев Н.А., Сабитов А.Х., Максимов В.В. Работа для обследования электрооборудования и электроустановок подстанций на безлюдных электрических подстанциях // Тинчуриńskие чтения - 2020 "Энергетика и цифровая трансформация". – 2020 – С. 18-21.
2. Кайгородов С.С., Достовалов М.С., Иванов Д.А. Тепловизионное обследование электрооборудования систем электроснабжения // Научные исследования студентов в решении актуальных проблем АПК. – 2015 – С. 260-265.
3. Дарьян Л.А. Современные источники рентгеновского излучения для контроля технического состояния высоковольтного оборудования // Энергоэксперт. – 2019 – С. 48-55.
4. Иванов Д.А. Использование роботизированных комплексов и беспилотных летательных аппаратов в качестве платформы для мониторинга и диагностики технического состояния воздушных линий электропередачи / Д.А Иванов, А.В. Голенищев-Кутузов, Т.Г. Галиева, А.В. Семенников // Тинчуриńskие чтения - 2021 "энергетика и цифровая трансформация". – 2021 – С. 176-184.
5. Черников В.А. Современные подходы к диагностированию электрооборудования / В.А. Черников, А.А. Завьялов, С.Ю. Гладнев, В.В. Черникова // Тенденции развития технических средств и технологий в АПК – 2022. – С. 132-138.
6. Жиленков А.А. Анализ дистанционных методов диагностики изоляторов ЛЭП и ОРУ / А.А. Жиленков, Р.Н. Балобанов // Энергетические системы. – 2017. – № 1. – С. 189-194.
7. Самарин Г.Н. Перспективы инфракрасной диагностики в электроэнергетике / Г.Н. Самарин, С.В. Соловьев, А.М. Кириллов // Проблемы инновационного развития АПК – 2017. – С. 140-142.

**Информация об авторах:**

Артамонов Илья Владимирович, магистрант гр. М-ЭО-22-1, ЛГТУ, 398042, г. Липецк, ул. Московская, д 30, [ilya484277@mail.ru](mailto:ilya484277@mail.ru)

Зашепина Виолетта Иосифовна, д.т.н., профессор, ЛГТУ, 398042, г. Липецк, ул. Московская, д 30.