

УДК 621.311.: 681.513

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМ ДИАГНОСТИКИ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

Абдылдаев Рысбек Нурмаатович, к.т.н.,

доцент кафедры «Электрооборудование и теплоэнергетика»;

Жаныкулов Темуслан,

магистрант кафедры «Электрооборудование и теплоэнергетика»;

Ошский технологический университет (г. Ош Кыргызская Республика),

E-mail: [arys11@mail.ru](mailto:arys11@mail.ru)

<https://doi.org/10.5281/zenodo.10720270>

**Аннотация:** В данной работе рассмотрены применение экспертных систем для обработки результатов диагностирования электрооборудования. Дается анализ технологий разработок и представлений экспертных систем.

**Ключевые слова:** Система электроснабжения, подстанция, тепловизионное обследование, экспертная система, искусственный интеллект, диагностика электрооборудования.

## IMPROVEMENT OF ELECTRICAL EQUIPMENT DIAGNOSTIC SYSTEMS

**Abstract:** In this paper, the application of expert systems for processing the results of diagnostics of developments and representations of expert systems is given/

**Keywords:** Power supply system, substation, thermal imaging examination, expert systems, artificial intelligence, diagnostics of electrical equipment.

## ВВЕДЕНИЕ

Системы электроснабжения (СЭС) представляют собой сети, состоящие из взаимосвязанных между собой большого количества электрооборудования (ЭО), и при длительной эксплуатации без должного диагностирования их технического состояния приводит к аварийным ситуациям и значительному экономическому ущербу.

Широкое применение тепловизионных обследований обусловило их при решении задач диагностики электрооборудования.

В настоящее время проведение тепловизионного обследования проводится локально и не позволяет использовать инфракрасную технику в полной мере [1,2,3]. Превратить тепловизионное обследование в полноценный способ технического диагностирования можно на основе разработки математических методов и компьютерных технологий обработки результатов обследований. И для повышения эффективности тепловизионный контроль включается в комплексный процесс диагностики проводимой на базе экспертной системы [4-8]

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для решения задач диагностирования и прогнозирования состояния ЭО необходимо разрабатывать и внедрять эффективные модели и методы поддержки принятия решений, учитывающие не только специфику работы ЭО, но и разнородность диагностической информации, типы данных, структуры представления, масштабы и единицы измерения [9].

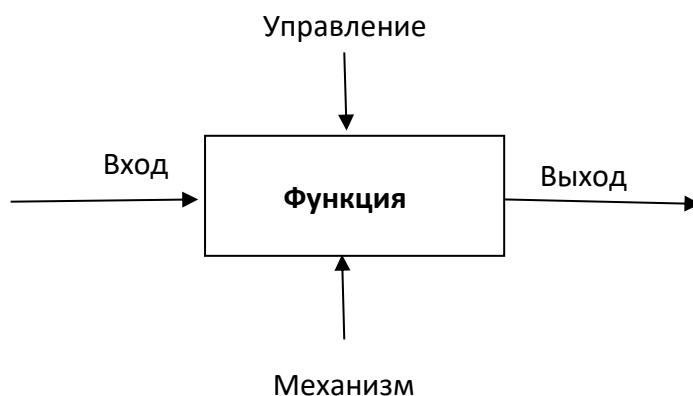
Одной из важнейших задач при оценке состояния ЭО является выбор оптимального набора диагностических параметров и факторов, характеризующих и влияющих на состояние ЭО [10].

Диагностические параметры ЭО, величины которых измеряются при диагностировании, характеризуются номинальными значениями, допустимыми значениями, интервалами, а также экспертной информацией.

Можно выделить три вида диагностических параметров и факторов, такие как основные диагностические параметры, основные показатели качества электроэнергии и диагностические факторы, влияющие на основные параметры ЭО.

Разработка полных и непротиворечивых иерархических моделей процесса принятия решений относительно состояния ЭО на этапе эксплуатации осуществляется с использованием методологии функционального моделирования, что позволяет его подробно описывать путем введения уровней детализации. Данные модели описывают, что происходит при принятии решений относительно состояния ЭО, как управлять данным процессом, какие функции необходимо выполнить, какие средства нужно затратить при выполнении функции и что производит. При этом упрощается не только моделирование процесса принятия решений, но и понимание моделей из-за выдачи информации небольшими частями на каждой последующей диаграмме. Это позволяет устранить неоднозначность описания, возникающего из постановок задач, связанных с ЭО.

Основные элементы функционирования модели показаны на рисунке 1.

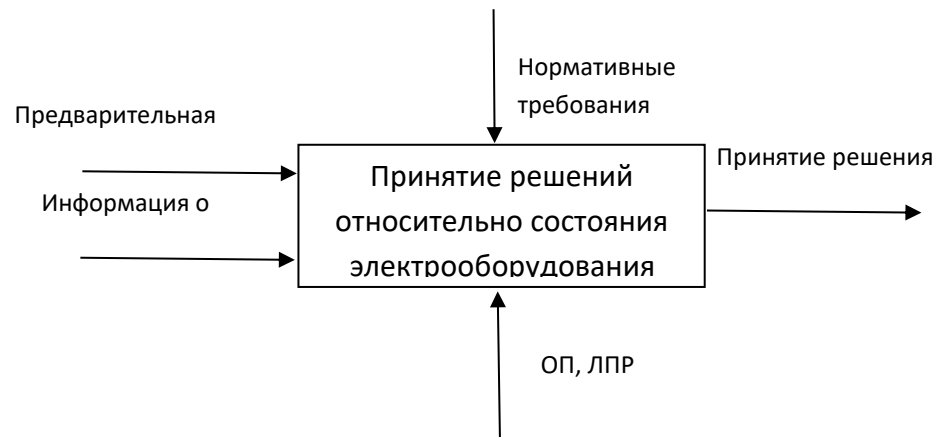


**Рис.1. Основные элементы модели**

Здесь под **входом** понимается информация, которая используется и преобразуется функцией для получения выхода (результата); **управлением** - понимаются регламентирующие нормативные документы, требования, которыми руководствуется функция; под **механизмом** - понимаются ресурсы, с помощью которых выполняется функция; под **выходом** - понимается информация, полученная в результате выполнения функции.

Общее представление о процессе принятия решений относительно состояния ЭО показано на диаграмме (рис.2). Из рисунка 2 видно, что в качестве входной информации для выполнения функции «Принятие решений относительно состояния ЭО» предполагается использовать предварительную информацию о состоянии ЭО, а также информацию о климатических условиях. Результатом выполнения данной функции (выходная информация) является: принятое решение о состоянии ЭО. В качестве управления (регламентирования, ограничений) выступают нормативные требования

(ГОСТы), где указаны условия эксплуатации, допустимые отклонения от номинальных значений



**Рис. 2. Принятие решений относительно состояния ЭО**

основных диагностических параметров ЭО, основные ПКЭ и т.п., а в качестве механизма – оперативный персонал, лицо, принимающее решение. Далее на основе принципа иерархического упорядочивания детализируется диаграмма.

Такой комплексный подход к обеспечению поддержки принятия решений позволяет выявлять причинно-следственные связи между параметрами, повышая тем самым информативность ситуаций принятия решений за счет привлечения экспертной информации, полноту знаний и достоверность выводов о техническом состоянии оборудования.

### **ВЫВОДЫ**

1. Разработанные модели процесса принятия решений относительно состояния ЭО с использованием моделирования, учитывающие в комплексе основные параметры, показатели электрической энергии, представленные различными типами данных и методами их обработки на разных иерархических уровнях.

2. Модели позволяют выявлять причинно-следственные связи между группами параметров, повышая информативность ситуаций принятия решений, полноту знаний и достоверность выводов о техническом состоянии оборудования.

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Бажанов С.А. Инфракрасная диагностика электрооборудования распределительных устройств. - М.: НТФ "Энергопрогресс", 2000. - 76 с.
2. Вавилов В.П. Тепловые методы неразрушающего контроля: Справочник. - М.: Машиностроение, 1991. – 240 с.
3. Власов А. Б. Тепловизионная диагностика в энергетике: достижения и проблемы // Электрика. 2002.- № 12. С. 27-32.
4. А.Тей. Логический подход к искусственному интеллекту / Пер. с франц.- М.: Мир, 1990. - 432 с.
5. Т.А.Гаврилова, В.Ф. Хорошевский. Базы знаний интеллектуальных систем.- СПб: Питер, 2000.- 384 с.

6. П. Джексон. Введение в экспертные системы.: Пер. с англ. - М.: Вильямс, 2001. - 624 с.
7. Э.В. Попов, И.Б. Фоминых, Е.Б. Кисель, М.Д. Шапот. Статические и динамические экспертные системы. - М.: Финансы и Статистика, 1996. - 320 с.
8. Уотермен Д. Руководство по экспертным системам / Пер. с англ..- М.: Мир, 1989. - 388 с.
9. Ковалев, С.М. Интеллектуальные технологии слияния данных при диагностировании технических объектов / С.М. Ковалев, А.Е. Колоденкова // Онтология проектирования. – 2019. – Т. 9. – № 1 (31). – С. 152–168.
10. Диагностика электрооборудования электрических станций и подстанций: учебное пособие / А.И. Хальясмаа, С.А. Дмитриев, С.Е. Кокин, Д.А. Глушков. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2015. – 64 с.