

SC D2 Information systems and telecommunication
PS 3 Maintaining reliable and secure operation
in an evolving environment

**Модель системы интеллектуального управления жизненным циклом
электросетевого оборудования**

А.И Хальясмаа, С.А. Ерошенко
Уральский Федеральный университет
имени Первого Президента России Б.Н. Ельцина
Российская Федерация
a.i.khaliasmaa@urfu.ru

В настоящее время в России, как и во всем мире достаточно остро стоят вопросы эффективного управления жизненным циклом высоковольтного оборудования электрических станций и подстанций. Такие тенденции обусловлены необходимостью повышения эксплуатационной надежности электросетевого оборудования в условиях его высокого износа, необходимостью оптимизации ремонтных циклов оборудования, как с целью минимизации технических рисков, так и с целью эффективного управления производственными активами и инвестиционными программами электросетевых и крупных промышленных предприятий. Более того, в современных условиях анализа большого массива многомерных и разнородных данных с различных систем и датчиков контроля, технического диагностирования и испытаний электросетевого оборудования практически невозможно неавтоматизированно эффективно эксплуатировать такую сложную техническую систему как подстанция. В свою очередь управление сложной системой предполагает идентификацию ее текущего состояния, всех ее подсистем и элементов, а также прогнозирование последующих, другими словами, предполагает управление жизненным циклом как отдельных единиц электросетевого оборудования на подстанциях, и его основных узлов, так и общего состояния подстанции в целом. В настоящее время, управление жизненным циклом электросетевого оборудования требует, в том числе, и прогнозирования его остаточного ресурса, с целью минимизации технических рисков и формирования оптимальной стратегии его ремонтов и эксплуатации.

Сегодня существуют множество систем, направленных на решение описанных выше проблем: различные системы оценки технического состояния отдельных видов или типов оборудования, например, маслонаполненного, и комплексные системы – в виде систем управления производственными активами предприятий. Но каждая из представленных типов систем решает исключительно либо техническую, либо экономическую задачу. Более того, системы управления производственными активами чаще всего базируются именно на результатах систем оценки технического состояния оборудования, и от точности и достоверности анализа работы первых очень сильно зависит результат работы последних.

Все выше сказанное вынуждает разрабатывать не просто системы оценки технического состояния отдельных видов электросетевого оборудования, а комплексные системы поддержки принятия решений принципиально нового класса – интеллектуальные, способные не только анализировать большие объемы агрегированных данных (в том числе по различным видам оборудования), но и извлекать из них неочевидные,

полезные знания (Knowledge Discovery in Databases), с возможностью их последующего использования при эксплуатации. Такой подход позволяет выявить и систематизировать факторы и критерии взаимного влияния параметров электросетевого оборудования, режимов его работы, структуры, состава и функционального состояния, а также накопить и сформировать базы знаний об эффективных условиях функционирования и эксплуатации оборудования в виде формализованных экспертных знаний.

Авторами статьи была разработана модель интеллектуальной информационно-аналитической системы с целью получения достоверных оценок его функционального состояния на основе технологии Knowledge Discovery in Databases, где в качестве Data mining используется метод нейро-нечеткого логического вывода, для формирования эффективных программ технического обслуживания и ремонтов. В рамках представленного исследования была разработана методологическая, математическая и алгоритмическая база интеллектуальной информационно-аналитической системы с учетом функционального состояния и состава материалов электросетевого оборудования, а также выполнена ее апробация на примере анализа функционального состояния электросетевого оборудования района электрических сетей реальной энергосистемы в период с 2005 года по настоящий момент. Выявлены и обобщены новые корреляционные связи и закономерности изменения параметров, режимов работы, функционального состояния, состава и технологических жидкостей электросетевого оборудования и сформировать новые подходы к оценке функционального состояния электросетевого оборудования для повышения точности, достоверности и прозрачности принятия решений. В разработанной системе результаты оценки технического состояния оборудования формируются на основе вероятностного подхода, с целью последующего вероятностного анализа технических рисков и с их учетом формирования ранжированной стратегии ремонтов и эксплуатации оборудования также на базе вероятностного подхода. Апробация представленной модели выполнялась в программном комплексе Matlab и показала приемлемую точность идентификации состояния оборудования – 91% совпадений, в сравнении с заключениями диагностических лабораторий о состоянии оборудования.

Разработанная модель может быть использована в качестве самостоятельного инструмента – модели автоматизированной системы интегральной оценки электросетевого оборудования или может являться отдельным модулем (подсистемой) для современных корпоративных систем управления производственными активами (ERP - enterprise resource planning или «планирование ресурсов предприятия») электроэнергетических компаний. Разработанные новые подходы к управлению электросетевым оборудованием с учетом связности электроэнергетической системы и ее элементов на основе методов искусственного интеллекта позволяют использовать представленную систему в качестве комплексного информационно-аналитического аппарата отраслевого масштаба, для получения скрытых закономерностей в статистических данных, с помощью которого можно не только оптимизировать оперативно-технологическое управление оборудованием, но и на его базе – решать задачи формирования и регулирования инвестиционных программ энергетических предприятий, энерго- и ресурсосбережения, и совершенствовать тарифную политику в области электроэнергетики, на основе надежного энергоснабжения в условиях меняющихся внешних факторов, тем самым обеспечивая социально-экономическое развитие регионов.