

## **Автоматизация анализа системных аварий в энергообъединениях**

Комплекс программ (КП) РЕТРЕН предназначен для моделирования и анализа системных и каскадных аварий в ЭЭС и энергообъединениях России. Реализована возможность задания и выполнения сценариев развития аварий непосредственно со схемы ЭЭС. До последнего времени моделирование и анализ аварийных ситуаций в этом комплексе выполняли сотрудники режимных служб и оперативный персонал энергообъектов, что требовало от них значительных усилий и времени. Персонал требуемой квалификации не всегда удавалось привлечь к анализу аварий.

Таким образом, задача автоматизации работ по анализу аварий, формированию документов по ее расследованию и созданию предложений по их предотвращению оказывается чрезвычайно актуальной.

Серьезные успехи применения искусственных нейронных сетей (ИНС) в ряде технологических приложений электроэнергетики в последние годы дают надежду на их применение в задаче анализа системных и каскадных аварий. Этой задаче в наибольшей степени отвечают возможности интеллектуальных нейронных сетей.

### **Отметим ряд важных этапов работы:**

1. формирование сценариев развития аварий,
2. моделирование исходных до аварийных режимов энергообъекта,
3. моделирование аварийных процессов,
4. создание базы знаний и режимов энергообъекта,
5. формирование базы правил,
6. обучение искусственной нейронной сети (НС),
7. анализ аварийных режимов,
8. вариантыные расчеты режимов ЭЭС совместно с РЗ и ПА,
9. разработка программного обеспечения (ПО) комплекса анализа отчетов,
10. тестирование ПО комплекса,
11. оценка рисков оптимальных стратегий,
12. оценка рисков критических стратегий,
13. оценка рисков аварийных нарушений,
14. формирование отчета по аварии.

Ряд этапов (1, 2, 3, 7, 8) реализован в КП РЕТРЕН. Остальные этапы необходимо разрабатывать. При этом программное обеспечение (ПО) комплекса позволяет его модернизировать (доработать) для полномасштабного решения поставленной задачи: **Автоматизация анализа системных аварий в энергообъединениях.**

В настоящее время существует множество интеллектуальных НС (см. Internet), заточенных на решение технологических задач электроэнергетики. Эти системы обладают свойством самообучения, что позволяет оперативно расширять их базу знаний за счет анализируемых системных аварий.

Существующая в КП РЕТРЕН динамическая модель ЭЭС реального времени предназначена для анализа электромеханических и длительных переходных процессов с учетом вторичного регулирования, систем РЗ и ПА. В настоящее время КП РЕТРЕН применяется только в установившемся режиме в качестве режимного тренажера всех МЭС и центрального офиса АО «ФСК ЕЭС России». В комплексе накоплен

значительный объем расчетных и оперативных схем, схем подстанций и других энергообъектов. В ПК РЕТРЕН выполнен анализ и моделирование двух системных аварий (в МЭС Востока и Сибири) и множества режимных тренировок. Эта информация служит фундаментом для создания полномасштабных систем анализа аварий в ЭЭС и энергообъединениях, а также в распределительных сетях нижних классов напряжений.

Этот комплекс может расширяться в области количества и разнообразия аварийных ситуаций, а также расширения правил и методов анализа режимных и топологических ситуаций.

Гл. научный сотрудник АО «НТС ФСК ЕЭС», д.т.н. М.А. Рабинович