

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Дьяконов В., Круглов В. MATLAB. Анализ, идентификация и моделирование систем. – СПб.: Питер, 2002.
2. Бороденко В.А. Оценка устойчивости линейной системы по критерию Рауса в среде MatLAB 5.x // Наука и техника Казахстана. – 2001. – №2. – С.180-185.
3. Бороденко В.А. Практический курс теории линейных систем автоматического регулирования. – Павлодар : Кереку, 2007. – 260 с.

**Түйіндеме**

*Проблемаларды қарастырған, оқу процесінде бағдарламалық өнімде қолдануға қиналуы.*

**Resume**

*The problems, complicating use of software product MATLAB in educational process, are considered.*

УДК 621.316.925

**ЭВОЛЮЦИЯ ПРИНЦИПОВ ОЦЕНКИ НАДЕЖНОСТИ  
СРЕДСТВ АВТОМАТИКИ ЭНЕРГОСИСТЕМ**

**В.А. Бороденко**

*Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова*

Устройства релейной защиты и автоматики (РЗА) электроэнергетических систем характеризуются эффективностью функционирования, под которой следует понимать способность выполнять предельное число функций, каждую с предельным эффектом [1]. При этом эффективность функционирования включает понятия технического совершенства и надежности, а техническое совершенство в свою очередь подразделяется на селективность и устойчивость функционирования. Отметим сразу, что если для устройств РЗ подход к оценке технического совершенства (селективности, чувствительности) представляется достаточно ясным – повреждение в защищаемой зоне, повреждение вне защищаемой зоны – то для устройств системной автоматики аналогичные показатели отсутствуют.

Простой перечень свойств, характеризующих надежность изделия (безотказность, долговечность, ремонтпригодность), говорит о том, что все они связаны не с идеей (способом) распознавания аварийного состояния объекта электроснабжения, заложенной в устройстве, а с конструктивными особенностями компонентов и связей между ними. Между тем, объем

реализуемых функций закладывается составляющими технического совершенства устройства, тогда как его аппаратная основа служит лишь для обеспечения этих функций.

С учетом изложенного качество устройств РЗА может быть охарактеризовано двумя понятиями: функциональной надежностью или надежностью функционирования (техническим совершенством) и аппаратной надежностью. Аппаратная надежность определяется, в первую очередь, выбранной элементной базой, отказами, выходом из строя элементов устройства. Функциональная надежность обусловлена принципом построения устройства, использованными признаками аварийного режима и нормами их контроля (уставками). Она в меньшей степени зависит от элементной базы и определяется общим алгоритмом функционирования устройств.

При разработке устройства РЗА расчет его аппаратной надежности считается обязательным, в связи с чем методы расчета аппаратной надежности описываются в учебной литературе, читаются в виде отдельной дисциплины. В то же время практически отсутствуют исследования по разработке методов оценки функциональной надежности, создания количественных показателей функциональной надежности, сравнения этих показателей в процессе выбора принципа построения устройства и алфавита используемых им информационных признаков аварийного режима.

Между тем, в системотехнику РЗА все в большей степени внедряются микропроцессоры и цифровые ЭВМ как аппаратная основа для построения программируемых автоматических устройств управления элементами энергосистемы в нормальных и аварийных режимах. Современный этап эволюции подобных средств сходен с тем этапом развития средств вычислительной техники, когда они только переходили от уникальных изделий отдельных фирм-производителей к стандартизированным устройствам на базе открытой архитектуры. Действительно, хотя производители современных комплексов РЗА на базе микропроцессоров и управляющих ЭВМ и придерживаются модульного принципа, однако ими поддерживается совместимость отдельных блоков только в границах собственных изделий. Тем не менее, можно предположить, что цифровые программируемые средства РЗА должны пройти, хотя и более медленно в связи с меньшей востребованностью и распространенностью по сравнению с компьютерами бытового и промышленного назначения, аналогичный путь к общей стандартизации аппаратной части. А это, в свою очередь, ведет к необходимости пересмотра роли аппаратной надежности.

При использовании микропроцессоров (МП), управляющих ЭВМ и программируемых логических интегральных схем (ПЛИС) устройство разрабатывается в виде программного продукта, а аппаратная основа является стандартной и предоставляется фирмой-изготовителем, т.е.

совершенно не зависит от разработчика аппаратуры РЗА. Главное здесь – алгоритм функционирования, который может быть реализован на разной аппаратной основе.

Несомненно, в ходе разработки устройств возможно сравнение аппаратной надежности ЭВМ-платформ одного класса (назначения) разных фирм и выбор оптимального варианта по надежностно-стоимостным показателям. Очевидно, что разработчик может также делать выбор аппаратной части, сравнивая платформы (основы) разных классов, например, ЭВМ и МП, ЭВМ и ПЛИС, МП и ПЛИС.

Однако и в этом случае аппаратная надежность от разработчика все равно не зависит, какой бы сложности устройство он не реализовывал программно – аппаратная часть при этом не изменяется. Иными словами, он просто выбирает подходящую аппаратную основу с заданным уровнем аппаратной надежности, который обязан обеспечить производитель. Основная тяжесть оценки аппаратной надежности при этом переносится на устройство сопряжения с объектом, т.е. входные и выходные согласующие элементы (формирователи сигнала, исполнительные реле), поскольку они не входят в состав средств вычислительной техники.

Заметим, что этот подход не отменяет использование при эксплуатации принципа оценки надежности работы устройства (системы) в целом по проценту правильных действий от общего количества возможных и фактических срабатываний.

Исходя из сказанного выше, при массовом переходе на программируемые средства РЗА более важную роль, на наш взгляд, будет играть оценка не аппаратной, а функциональной надежности. Следовательно, задача создания и развития методов такой оценки является сегодня актуальной. Примером одного из возможных путей оценки функциональной надежности устройств РЗА является методика [2], основанная на отдельных положениях теории релейных устройств (алгебры логики) и теории распознавания образов. Критерием функциональной надежности (эффективности функционирования) здесь является максимальная разница между числом режимов объекта, в которых исследуемое устройство автоматики действует правильно, и режимов, в которых устройство допускает отказы несрабатывания. Методика позволяет сопоставлять предполагаемые алгоритмы функционирования устройства в процессе его разработки и выбрать оптимальный вариант без учета того, на какой элементной базе в последующем будет реализовано устройство.

Одновременно возникает проблема оценки надежности программного обеспечения, неразрывно связанной с надежностью функционирования разрабатываемого устройства РЗА. Здесь должны применяться методы, присущие технологиям разработки программного обеспечения [3].

Таким образом, на наш взгляд, оценка эффективности функционирования

устройств автоматики, созданных с использованием компьютерных технологий, должна содержать три составляющие, связанные с оценкой надежности аппаратной (базовая аппаратура и УСО), надежности функционирования, определяемой принципом построения устройства, использованными признаками аварийного режима и нормами их контроля (уставками), и надежности программных средств.

### ЛИТЕРАТУРА

1 Федосеев А.М. Релейная защита электроэнергетических систем. Релейная защита сетей. – М. : Энергоатомиздат, 1984. – 520 с.

2 Бороденко В.А. Основы логических методов построения устройств противоаварийной автоматики подстанций с электродвигателями. – Павлодар : Изд-во ПГУ, 2006. – 265 с.

3 Технологии разработки программного обеспечения: Учебник/ С. Орлов. — СПб. : Питер, 2002. – 464 с.

### *Tүйіндеме*

*Компьютерлік технологиялар осумен орайлас энергетикалық жүйелерді автоматика құралдарының сенімділік бағалаулары принциптардың эволюция жолдары қаралған.*

### *Resume*

*Ways of evolution of principles of an estimation of reliability of automatics of power supply systems in connection with transition to computer technologies are considered.*

УДК 621.315.1

## **ТОПОЛОГИЧЕСКИЙ МЕТОД РАСЧЕТА КОЭФФИЦИЕНТОВ ТОКОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ**

**Д.С. Ахметбаев**

Основы топологии схемы замещения электрических сетей были заложены в классических работах Кирхгофа и Максвелла. Ими впервые введены понятия деревьев и получены топологические выражения для определителей матрицы проводимостей узлов  $\underline{Y}_y$  и матрицы сопротивлений контуров  $\underline{Z}_K$ .